Astr. Un.
215 f
Woeckel

BIBLIOTHECA
REGIA
MONACENSIS

Populäre

Vorlesungen

über die

Sternkunde.

Gehalten

in Nürnberg im Winter 1841 auf 1842

von

Dr. Lorenz Wöckel,
Professor der Mathematik am k. Gymnasium und Lehrer der Physik an der Handelsgewerbschule zu Nürnberg.

Mit 4 Kupfertafeln.

Nürnberg.
Verlag von Bauer und Raspe.
1844.

Bayerische Staatsbibliothek München

BIBLIOTHECA
REGIA
MONACENSIS.

Erlangen, gedruckt bei J. J. Barfus.

Bayerische
Staatsbibliothek
München

Inhaltsanzeige.

Seite

Erste Vorlesung. Einleitung, Inhalt, Form und Lehrgang der Vorlesungen 1

Werth der Astronomie.

Allgemeine Kenntniß des Himmels und seiner Welten aus unseren Beobachtungen.

A) Beobachtungen bei Tage. Die Sonne.

Zweite Vorlesung. Fortsetzung der allgemeinen Kenntniß des Himmels und seiner Welten aus unseren Beobachtungen . 12

B) Beobachtungen bei Nacht. a) die Sterne, b) der Mond.

Dritte Vorlesung. Fortsetzung der allgemeinen Kenntniß des Himmels und seiner Welten aus unseren Beobachtungen 23

C) Vergleichung der Beobachtungen am Tage mit denen in der Nacht.

D) Anderweitige genauere Beobachtungen.

Vierte Vorlesung. Das Ptolemäische System oder einfache Erklärung der himmlischen Erscheinungen 44

Fünfte Vorlesung. Das Copernikanische Sonnensystem oder einfache und der Natur entsprechende Darstellung der wirklichen Bewegungen des Himmels und seiner Welten zur befriedigenden Erklärung der scheinbaren 69

Sechste Vorlesung. Das verbesserte Copernikanische, auf einfache Naturgesetze zurückgeführte Sonnensystem. Kepler-Newton'sche Theorie 81

Siebente Vorlesung. Bestätigung der verbesserten Copernikanischen, der Kepler-Newton'schen Theorie 95

Achte Vorlesung. Beweise der neuen Kepler-Newton'schen Theorie 109

a) Beweise für die tägliche Bewegung der Erde um ihre Achse

b) Beweise für die jährliche Bewegung der Erde um die Sonne.

	Seite
Neunte Vorlesung. Erklärung der täglichen und jährlichen Himmelserscheinungen durch die neue Lehre vom Sonnensystem	134
a) Folgen aus der täglichen Bewegung der Erde um ihre Achse.	
b) Folgen aus der jährlichen Bewegung der Erde um die Sonne.	
Zehnte Vorlesung. Topographie des Planetensystems der Sonne	167
Die Sonne selbst und die sogenannten unteren Planeten: Merkur und Venus.	
Elfte Vorlesung. Fortsetzung der Topographie des Planetensystems unserer Sonne	185
Die Erde.	
Zwölfte Vorlesung. Fortsetzung der Topographie des Planetensystems unserer Sonne	221
Der Erdmond.	
Dreizehnte Vorlesung. Fortsetzung der Topographie des Planetensystems unserer Sonne	264
Die oberen Planeten: Mars, Jupiter, Saturn, Uranus.	
Vierzehnte Vorlesung. Fortsetzung der Topographie des Planetensystems unserer Sonne	281
Die Kometen und das Sonnensystem überhaupt.	
Fünfzehnte Vorlesung. Die Fixsterne	300
Sechzehnte Vorlesung. Ueber Chronologie. . . .	321

Erste Vorlesung.

Einleitung, Inhalt, Form und Lehrgang der Vorlesungen. Werth der Astronomie.

Allgemeine Kenntniß des Himmels und seiner Welten aus unseren Beobachtungen.

A. Beobachtungen bei Tage.

Die Sonne.

Ich habe mich bekannterweise anheuschig gemacht, Sie während der nächsten Wintermonate wöchentlich einmal mit Vorträgen über populäre Astronomie verbunden mit Astrognosie zu unterhalten, und heute soll damit der Anfang gemacht werden. Erlauben Sie mir nun, ehe wir zur Sache selbst kommen, dieselbe kurz zu bevorworten und zwar einmal, um Sie schon im Voraus damit bekannt zu machen, was Sie bezugs dieser Unterhaltungen von mir zu erwarten haben, und dann, um in Kurzem den Lehrgang zu bezeichnen, den ich dabei zu befolgen beabsichtige.

Was nun das Erste betrifft, so werden Sie sich wohl damit begnügen müssen, meist längst Gewußtes, aber gerade deßhalb nicht selten wieder Vergessenes zu hören und sich dasselbe ins Gedächtniß zurückzurufen. Daß ich es aber dennoch wagte, Sie zu dieser so zu sagen mehr aufgewärmten, als frischen Kost einzuladen, kommt einmal daher, daß ja, wie die Erfahrung lehrt, manches Gericht durch wiederholtes Aufwärmen an seinem Werthe nicht verliert, vielmehr selbst durch neuen Zusatz von Gewürzen und anderen Ingredenzien gewinnen kann, und dann, weil ja auch ein und die-

selbe Speise sich auf mancherlei Weise und in verschiedener Form zubereiten läßt und in der einen mehr zusagt, als in der andern. In letzterer Beziehung bitte ich aber ja nicht Vorlesungen zu erwarten, wie sie die strengen Regeln der Kunst und Beredsamkeit erfordern, sondern mehr eine Erzählung, wie sie eben vom Munde kommt eines, deß Herz, das scheue ich mich nicht, zu ihrem Troste zu sagen, von der Sache voll und dem es mehr um die Sache als um die Form zu thun ist.

So wie in den Naturwissenschaften überhaupt, so besonders in der Astronomie kommt es vor Allem darauf an, das Anschauungsvermögen tüchtig zu üben und sich Alles, so viel nur immer möglich, recht deutlich und lebendig vor die Seele zu stellen und zu vergegenwärtigen. Wie nicht gar leicht dieß immer sey, weiß wohl derjenige am besten, dem in diesem Studium nur Bücher als Rathgeber und Lehrer zu Gebote standen und dem jede mündliche Besprechung der verschiedenen Gegenstände abging. Nirgends mehr als hier hat das lebendige Wort des Lehrers größere Vorzüge vor dem todten Buchstaben, wo von Erscheinungen die Rede ist, die im unendlichen Raume angeschaut werden sollen; nirgends ist der mündliche, lebendige Vortrag schwerer zu ersetzen, der die Sache von verschiedenen Seiten, bald so, bald anders betrachtet; bald nach diesem, bald nach jenem Bilde, das näher liegt und das nicht selten der Augenblick gibt, greift, um das Schwierige der Vorstellung zu beseitigen; kurz, der oft mit einigen Worten und Strichen, ja selbst Gestus mehr zu leisten versteht, als seitenlang Gedrucktes. So wünsche ich, möge mein Vortrag stets beschaffen seyn, und sollte es mir zuweilen damit nicht gelingen und sollten Dunkelheiten in den Vorstellungen von einer Sache übrig bleiben, so bitte ich Sie, im eigenen Interesse mich ja darauf aufmerksam zu machen, damit ich von Neuem versuche, das Undeutliche verschwinden zu machen.

In Betreff des Zweiten, des Lehrgangs, soll es der historische Entwicklungsgang, den die Astronomie genommen, seyn,

welchen wir bei unseren Unterhaltungen zu Grunde legen wollen. „Die Astronomie hat sich mit solcher Nothwendigkeit und so frei von allen zufälligen Entdeckungen entwickelt, wie keine andere Wissenschaft, und deßhalb gibt der Entwicklungsgang, den sie genommen, genau die Spur an, welche der Unterricht in derselben zu befolgen hat. Wir wollen uns demnach zuerst mit der vorkopernikanischen, der sinnlichen Betrachtung sich anschließenden Ansicht des Himmels und seiner Welten beschäftigen, und erst darauf den großen Umkehrungsprozeß des Copernikus folgen lassen. Es ist dieser Lehrgang der allein naturgemäße und am sichersten zum Ziele führende: zum wirklichen Verständniß der unmittelbar wahrnehmbaren himmlischen Erscheinungen; ganz entgegengesetzt der gewöhnlichen Methode des Unterrichts in der populären Astronomie, die damit beginnt, daß sie dem Zuhörer vor allen Dingen die feste Erde unter seinen Füßen wegnimmt, ihn 20 Millionen Meilen weit in die Sonne führt und ihn von hier aus das Sonnen- und Weltensystem betrachten läßt. Dabei wird nur bemerkt, daß das ganze System, von der Erde aus betrachtet, eine andere Ansicht gewähre, und so wird die nothwendige elementare Grundlage: die Kenntniß der himmlischen Bewegungen, wie sie sich dem Auge unmittelbar darbieten, gänzlich vernachlässigt. Das Menschengeschlecht hat 5 Jahrtausende lang mit dem Studium dieser Bewegungen zugebracht, ehe es durch Copernikus weiter geführt wurde zu der wahren Ursache dieser Bewegung; nach dieser Methode hält man es für überflüssig, eben so viel Stunden auf die Beobachtung und das Verständniß der wirklichen sichtbaren himmlischen Bewegungen zu verwenden.“

Ganz anders, wie gesagt, wollen wir verfahren. Ich erlaube mir, Sie, Hochverehrte, wie gelehrt Sie immer auch sind, mir also vorzustellen, als ob Sie von den himmlischen Erscheinungen gar nichts wüßten, als ob weder der Sonne segensreiches Licht, noch des Mondes wechselnder Schein und der Sterne ewig gleicher Lauf Sie irgend je nur zu Beobachtungen dieser Himmelskörper, geschweige zu irgend

welchen Betrachtungen über sie veranlaßt hätte, und lasse demnach den ganzen Kreislauf der himmlischen Erscheinungen zunächst mehr an ihren leiblichen Augen vorüberziehen, mache sie mit dem Himmel und seinen Welten durch Beobachtung näher bekannt. Als die einleuchtendste, jedermann sich gleichsam von selbst darbietende Erklärung dieser Erscheinungen wird sich uns das von seinem Entdecker, oder mehr seinem festeren Begründer sogenannte Ptolemäische System darstellen, dem das Zeugniß unserer Sinne zur Seite steht und das schon deßhalb und aus später zu erwähnenden Ursachen so lange sich als richtige Ansicht vom Himmel und seinen Welten geltend zu erhalten vermochte. Aber der Verständige geht über die äußere Erscheinung hinaus, dringt durch die Schaale zu dem Kern. Dringt auch in das Innerste der Natur kein erschaffener Geist, wie jener große Genius der Deutschen sagt, so dringt er doch an der Hand der Erfahrung und des Nachdenkens in den Vorhof der Wahrheit. Und so gelang es dem Copernikus, das bisherige System als unwahr und nur auf dem Schein beruhend umzustoßen und ein neues aufzustellen, oder eine einfache und der Natur entsprechende Darstellung der wirklichen Bewegung des Himmels und seiner Welten zur befriedigenden Erklärung der scheinbaren zu geben, welche theils ihrer hohen Einfachheit, theils ihrer geometrischen Uebereinstimmung mit den allgemeinen Erscheinungen des Himmels wegen jedem Unbefangenen genehm seyn mußte. Spätere Entdeckungen und Erfindungen machten es dem genialen Geiste eines Keplers und Newtons möglich, das Mangelhafte des Copernikanischen Systems zu verbessern und ein auf einfache Naturgesetze zurückgeführtes Sonnensystem, wir mögen es das Kepler-Newtonische nennen, hinzustellen, nach welchem sich die täglichen und jährlichen himmlischen Erscheinungen ganz befriedigend erklären lassen.

Das wird in kurzem Abrisse der Gang seyn, den wir in unsern Unterhaltungen befolgen wollen; und so kämen wir denn nun zur Sache selbst, zur Betrachtung des Himmels und seiner

Welten, die schon von unsern ältesten Vorfahren vielseitig und mit großer Einsicht angestellt wurde, so daß die Astronomie schon frühzeitig auf einer Stufe der Entwicklung sich befand, wie keine der anderen Naturwissenschaften. Mußte denn nicht auch das erhabene Gefühl, das den Menschen beim Anblick des gestirnten Himmels ergreift und in den Sternen gleichsam verständige Wesen vermuthen läßt, ihn nicht auch zur näheren Betrachtung der Gestirne antreiben und der Wißbegierde die Frage lebendiger anregen, was denn das Wesen der Gestirne sey? Jene freundlich blinkenden Sterne im ewig gleichen Lauf mußten besonders unter jenem reinen, nur selten getrübten morgenländischen Himmel das zur Nachtzeit von Außen nach Innen gekehrte, von keinem irdischen Drängen und Treiben gestörte Gemüth des Beobachters mit Ehrfurcht und Staunen erfüllen, so wie durch den mächtigen Einfluß, den sie auf uns selbst und unsere Umgebung äußern, sich als gewaltige höhere Mächte zu erkennen geben, deren Wesen und Natur man erkennen und sich damit befreunden müsse.

Abgesehen aber auch von dieser religiösen Bedeutung, die den Menschen zur Sternkunde führte, von der man mit Recht rühmt: sie gibt dem Menschen ein erhabenes Herz und ein Auge, das über die Erde hinausreicht und Flügel, die in die Unermeßlichkeit heben und einen Gott, der nicht endlich, sondern unendlich ist, so war es auch der mannichfache Gebrauch im bürgerlichen Leben, der den Himmel sorgfältig beobachten und die Astronomie eifrig betreiben hieß. Denn ihr verdankt die Schifffahrt ihre Sicherheit, die Handlung ihre Ausdehnung, die Geographie ihre Vervollkommnung, die Zeit ihre Bestimmung. Mit Recht wird daher wohl die Astronomie, die, wie wir so eben gesehen, nicht bloß eine speculative Wissenschaft, sondern deren Anwendung eben so ausgedehnt ist, wie ihre Forschungen tief sind und die daher mit Unrecht die Tochter der Trägheit, so wie die Geometrie des Eigennutzes genannt wird, für die erhabenste der Wissenschaften gehalten, die wohl von Keinem ganz unberücksichtigt gelassen und

wenigstens in so weit betrieben zu werden verdient, als es sich mit den Kenntnissen und Kräften, wie sie von jedem Gebildeten gefordert werden, verträgt: daß er sich über das Wie und Warum bei den täglichen Veränderungen, die durch Sonne, Mond und Sterne bewirkt werden, richtigen Aufschluß zu ertheilen vermöge und mit seinem Wohnorte, der Erde, und deren nächsten Umgebung sich so viel wie möglich bekannt mache. Ist es ein eigenthümlicher und entscheidender Vorzug des Menschen vor allen lebenden Wesen, daß er den Blick gen Himmel richtet, sollte man diesen Blick nicht auch zu schärfen und zu leiten und nicht mit Gewalt an die Erdenscholle und das kleine Leben auf ihr zu heften suchen? Die alten Griechen nannten den Menschen den Hochschauenden und deuteten damit an, daß sein nach aufwärts gerichtetes Haupt, sein umschauender und nach oben gegen die Gestirne gekehrter Blick das sey, wodurch er insbesondere sich vor allen irdischen Geschöpfen auszeichne. Freuen wir uns daher dieser großen Auszeichnung und beschäftigen uns gern mit Astronomie, die einerseits in uns das Bewußtseyn der Unbedeutenheit aller menschlichen Macht erweckt und Demuth und Bescheidenheit predigt, indem sie uns die Größe und Herrlichkeit der Natur und die Unmöglichkeit, sie ganz zu begreifen, darstellt und unsere Erde zum Tropfen am Eimer aus dem Weltmeere verschwinden und sie als den Mittelpunkt des Weltalls wohl nicht mit mehr Recht betrachten läßt, als ein Infusionsthierchen, dem ein Tropfen seine Welt, glaubt, der Ocean sey nur seinetwegen da; anderseits aber uns die Größe des menschlichen Geistes von der schönsten Seite zeigt und dessen göttliche Abstammung beurkundet, vermöge der es ihm vergönnt ist, die Gedanken, welche Gott in seine Welt gelegt hat, nachzudenken, in den Tiefen der Gottheit zu forschen und durch sein Urtheil des Weltlaufs Meister zu werden. Nirgends weiß der Mensch Zukünftiges so gewiß voraus, als durch den Lauf der Gestirne; er vermag selbst auf die Sekunde genau anzugeben, wo diese so entfernten Massen diese oder jene Veränderung

erleiden, und diese oder jene himmlische Erscheinungen eintreten, und ist seiner Sache hierin so gewiß, als säße er selbst mit in dem Rathe der Gottheit und theilte gleichsam die Arbeit, die nur ein allmächtiger Gott allein ausführen konnte.

Als unsere erste astronomische Beschäftigung bezeichneten wir aber die

Allgemeine Kenntniß des Himmels und seiner Welten aus unseren Beobachtungen.

Beobachtungen bei Tage.

Die Sonne.

Wir beginnen diese am 21. März, Morgens eine halbe Stunde vor 6 Uhr, zu welcher Zeit ich mich mit der verehrten Versammlung auf das platte Dach eines runden, mit einem Geländer rings umgebenen Thurms, das nach allen Seiten hin eine freie Aussicht in eine ebene Gegend gestattet, versetzt denke. Der Kranz des Geländers ist dadurch, daß es gerade 360 gleich weit von einander abstehende Sprossen zählt, nach Art jedes Kreises in eine eben so große Anzahl gleicher Theile, Grade genannt, eingetheilt und in der Mitte dieses Geländerkreises, im Punkte C, Fig. 1, der zugleich die Mitte des Himmelsgewölbes ist, an dem die Himmelskörper gleichsam angeheftet erscheinen, nehmen wir unsern Platz ein.

Es wird allmählig heller, d. h. es beginnt die Morgendämmerung und erwartungsvoll wenden wir unsern Blick der Gegend des Himmels zu, von der nicht nur die sich immer steigernde Helle auszugehen scheint, sondern die sich nach und nach auch mehr zu röthen anfängt, bis wir um 6 Uhr mitten in der Morgenröthe die große Feuerkugel, die Sonne, an jener kreisförmigen Grenze zwischen Himmel und Erde, dem Horizonte, aufgehen sehen. Der Punkt O, wo dieses am Horizonte geschieht und dem der Punkt o unseres eingetheilten Geländers entspricht, heißt der Ostpunkt des Himmels und die ganze

Gegend, wohin wir unser Auge bei Beobachtung des Sonnenaufgangs gerichtet, Osten oder Morgen. Immer höher und höher erhebt sich nun die Sonne schräge herauf über den Horizont, wie wir am besten an ihrer stets veränderten Stelle in den 360 Kreisbögen erkennen, die wir uns von dem gerade über unserm Scheitel liegenden Punkt des Himmels, dem Zenith, an den Horizont senkrecht herabgezogen zu denken haben, bis sie endlich in einem dieser Kreisbögen, die man Vertikalkreise nennt, ihre größte Höhe, d. h. ihren größten Abstand vom Horizont, ihren Culminationspunkt erreicht und von da an sich immer mehr und mehr wieder dem Horizonte nähert, unter den sie endlich im Punkte W, dem Westpunkte, hinabsinkt, nachdem sie in einer gegen den Horizont schief liegenden Bahn, ihrem Tagbogen, den Himmel durchwandert. Die ganze Gegend, nach welcher hin der Westpunkt des Horizonts liegt, heißt Westen oder Abend.

Der Vertikalkreis, in welchem die Sonne ihre größte Höhe erreicht, heißt besonders der Meridian oder Mittagskreis, weil es gerade Mittag war und unsere Uhren 12 Uhr zeigten, als die Sonne sich daselbst befand, und die gerade Linie C S, welche wir von unserm Standpunkte bis an den Punkt des Horizonts gezogen denken, wo der Meridian denselben durchschneidet, heißt die Mittagslinie und deren Endpunkt der Mittagspunkt oder Südpunkt, so wie die ganze Himmelsgegend, nach welcher hin er liegt, Süden oder Mittag. Dieser Südpunkt, der dem Punkte s unseres eingetheilten Geländers entspricht, liegt vom Ostpunkte und Westpunkte des Himmels gleichweit ab und zwar um den vierten Theil des eingetheilten Kreises, so daß demnach der Ost- und Westpunkt, so wie die Himmelsgegenden Ost und West diametral einander gegenüber liegen und genau in der Mitte zwischen ihnen der Südpunkt, dem wiederum diametral gegenüber der Nordpunkt des Himmels sich befindet und der Himmelsgegend Süden oder Mittag die Himmelsgegend Norden oder Mitternacht entspricht.

Es ist Abends 6 Uhr, wie wir die Sonne in der Glut der Abendröthe am Horizonte verschwinden sehen und von diesem Zeitpunkt an noch längere Zeit uns des Lichtes der Abenddämmerung erfreuen. Von der Sonne Aufgang bis zu ihrem Untergang waren genau 12 Stunden verflossen, ein halber Tag oder die Hälfte der Zeit, welche von einem Durchgang der Sonne durch den Meridian bis zum nächsten Durchgange verfließt.

Am nächstfolgenden Tage setzen wir die Beobachtung des Sonnenlaufes fort. Wir sehen die Sonne abermals um 6 Uhr im Ostpunkte des Himmels aufgehen, und die Nacht währte demnach eben so lang als der Tag, welchen Zustand man mit dem lateinischen Worte Aequinoctium (Tag- und Nachtgleiche) bezeichnet und zwar, weil der Frühling bei uns jetzt beginnt, mit Frühlingsäquinoctium. Immer höher, wie Tags zuvor, erhebt sich die Sonne schräge über den Horizont, bis sie im Meridian Mittags 12 Uhr abermals ihren höchsten Stand über dem Horizont erreicht und von da allmählich, wie sie aufgestiegen war, wieder herabsinkt und Abends 6 Uhr am westlichen Horizont verschwindet, so daß ihr Lauf, so wie die Dauer desselben sich wenig von der Tags zuvor gemachten Beobachtung unterscheidet. Allein bei fortgesetzter täglicher Beobachtung des Sonnenlaufs und der damit verbundenen Erscheinungen machen wir bald die Bemerkung, daß die Sonne sowohl die Zeit, als den Ort ihres Auf- und Untergangs nicht mehr einhält. Sie geht nämlich genau genommen täglich etwas früher auf und eben so etwas später unter, als dieß Tags zuvor der Fall war, und ihr Aufgangspunkt rückt vom Ostpunkte, so wie ihr Untergangspunkt vom Westpunkte täglich etwas mehr dem Nordpunkte des Himmels zu. Dabei erhebt sich die Sonne täglich höher über den Horizont, erreicht täglich eine größere Höhe im Meridian und durchläuft einen größern Tagsbogen am Himmel, wodurch die Tage stets länger werden; es hat den Anschein, als wolle die Sonne endlich senkrecht über unsern Scheiteln hinweg und gar nicht mehr untergehen.

Doch dem ist nicht also. Mit dem 21. Juni hören die Tage zu wachsen auf und die Sonne geht vom Ostpunkte nicht mehr nördlicher auf und vom Westpunkte nicht mehr nördlicher unter. Der genannte Tag ist der längste und der Aufgangspunkt der Sonne ist von dem Ostpunkte, so wie ihr Untergangspunkt vom Westpunkte am weitesten entfernt, die Morgen- und Abendweite der Sonne, wie diese Bögen genannt werden, ist an diesem Tage am größten. Aber fast scheint es, als behielte die Sonne dieselbe Zeit des Auf- und Untergangs, so wie dieselben Auf- und Untergangspunkte bei, bewege sich in ein und demselben Tagsbogen und als blieben die Tage von gleicher Länge, so daß die Sonne an derselben Stelle des Himmels verweile und stille stehe, welchen Zustand man mit dem lateinischen Worte Solstitium, und zwar, weil der Sommer bei uns sich einstellt, mit Sommersolstitium bezeichnet. Allein bald bemerken wir doch, daß die Sonne täglich etwas später auf und früher untergeht, ihre Auf- und Untergangspunkte südlich zum Ost- und Westpunkte zurückkehren, daß die Sonne selbst weniger hoch über den Horizont sich erhebt und die Tage, wenn auch nur wenig, an Dauer abnehmen. Es tritt vom 21. Juni bis zum 23. September die umgekehrte Erscheinung ein, welche wir vom 21. März bis zum 21. Juni sowohl hinsichtlich der Zeit des Auf- und Untergangs der Sonne, als des Ortes ihrer Auf- und Untergangspunkte am Horizont, der Durchwandlung ihrer Bahn am Himmel und der damit zusammenhängenden Länge der Tage bemerkt haben. Am 23. September selbst bemerken wir, ist der Tag der Nacht an Dauer gleich, und die Sonne geht im Ostpunkte O auf und im Westpunkte W unter, indem sie in einer Bahn, gleich der vom 21. März, am Himmel dahinzog; es ist wiederum Aequinoctium eingetreten und zwar das Herbstäquinoctium, da ja der Herbst zu dieser Zeit bei uns seinen Anfang nimmt. Nicht lange währt es aber, so geht die Sonne nach 6 Uhr Morgens auf und vor 6 Uhr Abends unter und entfernen sich ihre Auf- und Untergangspunkte vom wahren Ost-

und Westpunkte des Horizonts und rücken täglich mehr dem Süd-punkte zu; dabei steigt die Sonne immer weniger hoch am Himmel herauf, so daß ihre größte Höhe im Meridiane täglich geringer und der Bogen, den sie durchläuft, stets kleiner wird, wodurch die Tage fortwährend kürzer werden, bis am 23. December, wo die Sonne ihre größte südliche Morgen- und Abendweite erreicht hat, der kürzeste Tag sich einstellt. Die Punkte D und E geben die des Auf- und Untergangs der Sonne an, und da sie diese einige Tage wenig merklich ändert und dieselbe Bahn am Himmel beizubehalten scheint, bezeichnet man diesen Zustand mit Solstitium und zwar mit Wintersolstitium, weil diese Jahreszeit jetzt gerade bei uns eintritt.

Nur wenige Tage bleibt es bei diesem Zustande. Bald bemerken wir eine Aenderung der Zeit des Auf- und Untergangs der Sonne, so wie ihrer Auf- und Untergangspunkte am Horizont und der damit zusammenhängenden Erscheinungen: so wie vom 22. September bis 23. December die Sonne täglich etwas später auf- und früher unterging, ihre Morgen- und Abendweite stets größer wurde, weil ihre Auf- und Untergangspunkte sich immer mehr südlich vom Ost- und Westpunkte entfernten, so geht die Sonne vom 23. December bis 21. März täglich etwas früher auf und später unter, wird ihre südliche Morgen- und Abendweite von Tag zu Tag kleiner und rückt sie täglich etwas höher über den Horizont herauf und beschreibt am Himmel einen größeren Tagsbogen; die Tage nehmen fortwährend zu, bis am 21. März die Sonne wiederum im wahren Ostpunkte des Himmels aufgeht und das Frühlingsäquinoctium von Neuem eintritt, überhaupt derselbe Kreislauf der Erscheinungen wieder seinen Anfang nimmt, den wir bisher am Himmel beobachtet haben. Wir brauchen ein volles Jahr, die Zeit, während welcher wir die Sonne 365 mal auf- und untergehen sehen, um den Lauf der Sonne am Himmel vollständig zu beobachten und zu sehen, daß sich die Sonne nicht vollkommen kreisförmig, sondern schraubenförmig bewegt, indem

sie gerade wie der Endpunkt der Kurbel, womit eine Schraube gedreht wird, zwar im Kreise rund herum läuft, allein sich auch zugleich parallel mit der Achse der Schraube etwas erhebt (vom 23. Dec. bis 21. Juni) und sich dann wieder senkt (vom 21. Juni bis 23. Dec.), womit im erstern Falle zugleich ein Zunehmen, im letztern ein Abnehmen der Tage verbunden ist; begnügen uns aber während dieser langen Zeit nicht bloß mit diesen Beobachtungen bei Tage, wo wir es fast nur ausschließlich mit der Sonne zu thun haben, die als stolze Königin des Lichts durch ihren majestätischen Glanz alle anderen Himmelskörper unserem Blicke entzieht und nur von Zeit zu Zeit die sichel- oder nicht völlig kreisförmige Gestalt des Mondes im blassen Lichte erkennen läßt, sondern setzen unsere Beobachtungen eben so eifrig bei der Nacht, die wegen der herrschenden Ruhe und Stille vorzugsweise dazu geschaffen, fort, mit denen ich die hochverehrte Versammlung in der nächsten Stunde bekannt zu machen die Ehre haben werde.

Zweite Vorlesung.

Fortsetzung der allgemeinen Kenntniß des Himmels und seiner Welten aus unseren Beobachtungen.

B. Beobachtungen bei Nacht.

a) Die Sterne.

b) Der Mond.

Unsere erste astronomische Beschäftigung heute vor acht Tagen war, daß wir den jährlichen Lauf der Sonne am Himmelsgewölbe näher kennen und einsehen lernten, daß sich dieselbe nicht vollkommen kreisförmig um unsere Erde herum bewegt, sondern in einer Schraubenlinie, die sie vom 23. December bis 21. Juni herauf, und vom 21. Juni bis zum 23. December hinab steigt, womit in ersterem Falle ein stetes Zunehmen, in letzterem eine beständige Abnahme der Tage, so wie überhaupt eine tägliche Veränderung der Auf- und Untergangspunkte der Sonne am Horizont und ihrer

Culminationspunkte im Himmelsmeridiane verbunden ist. Als unsere zweite Beschäftigung bezeichneten wir bereits die Beobachtung unseres Himmels bei Nacht, wo es die Sterne und der Mond sind, die unsere volle Aufmerksamkeit in Anspruch nehmen.

Von der Beobachtung der Sonne her gewohnt, unser Auge nach dem Ostpunkte des Himmels oder überhaupt nach Osten zu wenden, machen wir bald die Bemerkung, daß die daselbst am Horizont befindlichen Sterne sich gleich der Sonne immer mehr und mehr über denselben erheben und daß nach ihnen andere am Horizont zum Vorschein kommen. Am häufigsten und merklichsten geschieht dieß in der Nähe des Ostpunktes selbst und vermindert sich von diesem aus nach dem Nord- und Südpunkte. Eben so bemerken wir, daß in der westlichen Himmelsgegend stets mehr Sterne unter den Horizont hinabsinken, und daß dieß in der Nähe des Westpunktes am häufigsten geschieht.

Ob nicht die Sterne, fragen wir uns, gleich der Sonne in bogenförmigen und zwar auch in schräge gegen den Horizont geneigten Bahnen am Himmelsgewölbe dahin ziehen? Die aufmerksame Beobachtung derselben während einer einzigen Nacht reicht hin, uns nicht nur im Allgemeinen hievon zu überzeugen, sondern auch die Bögen näher kennen zu lernen, die einzelne von ihnen beschreiben. Die in der Nähe des Ostpunktes aufgehenden Sterne bewegen sich in einem Halbkreis am Himmel und verschwinden 12 Stunden nach ihrem Aufgang in der Nähe des Westpunktes. Sterne, welche weiter vom Ostpunkte nach Süd hin aufziehen, beschreiben Bahnen am Himmel, die kleiner als Halbkreise sind, so daß sie schon in weniger als 12 Stunden eben so weit vom Westpunkte nach Süd zu entfernt untergehen, ob sie vom Ostpunkte nach Süd zu entfernt aufgegangen waren. Dagegen ziehen die Sterne, die nördlich vom Ostpunkt aufgehen, insgesammt alle in Bahnen dahin, die größer als Halbkreise sind, verweilen länger als 12 Stunden über dem Horizont und dieß in dem Maaße, je weiter nördlich vom Ostpunkte sie am Gesichtskreise hervortauchen, so daß diejenigen, welche in der Nähe des Nordpunktes selbst sichtbar

werden, am Himmel sich in fast vollkommenen Kreisen bewegen und gar nicht mehr untergehen. Endlich beobachten wir in der höhern nördlichen Gegend des Himmels eine große Anzahl Sterne, welche gar nicht auf- und untergehen, also während der ganzen Nacht sichtbar sind, und die sich in vollkommenen Kreisen bewegen und zwar in um so kleineren, je näher sie einem gewissen Punkte des Himmels, der sich in der Mitte der nördlichen Hälfte des Meridianes findet und in dessen Nähe man einen hellen Stern sieht, zu stehen kommen. Dieser Punkt des Himmels, um welchen nicht nur diese stets sichtbaren, sondern, wie wir im Verlauf unserer Beobachtungen bemerken, überhaupt alle Sterne als um ihren gemeinschaftlichen Mittelpunkte sich drehen, heißt der Pol (πόλος Wirbel, Angel) des Himmels und der helle Stern, dessen Bewegung fast unmerkbar ist und der diesem Punkte also sehr nahe stehen muß und für ihn selbst gelten kann, der Polarstern, so wie alle jene Sterne, welche nie bei uns untergehen, Circumpolarsterne.

Die Lage der Sterne bei ihrer Umdrehung um den Pol bleibt, wie wir bemerken, stets die nämliche, so daß es scheint, als wären sie alle an die große Himmelskugel gleichsam fest geheftet (daher Fixsterne genannt) und nur letztere drehen sich mit ihnen um ihre Achse, die Weltachse, deren einen Endpunkt wir in jenem unbeweglichen Punkte, dem Pol, erkennen und deren anderer diesem am Himmel gerade gegenüber liegen muß und für uns unsichtbar ist. Und zwar heißt der für uns sichtbare Punkt der Himmelsachse wegen seiner Lage in der nördlichen Gegend des Himmels der Nordpol, auch arktische Pol, weil er zum Gestirne des kleinen Bären (ἄρκτος der Bär) gehört; der zweite nach Süden hin liegende Endpunkt derselben dagegen der Südpol, der Antarktische Pol.

Je weiter nun ein Stern bis zu einer gewissen Entfernung vom Pole absteht, um so größer ist der Kreis, den er täglich bei der Bewegung der Himmelskugel beschreibt; den größten

Kreis aber beschreiben offenbar alle diejenigen Sterne, welche von beiden Polen gleichweit entfernt in jenem größten Kreise sich befinden, der die ganze Himmelskugel in zwei gleich große Halbkugeln theilt und deßhalb Himmelsäquator genannt wird. Es zieht sich aber dieser Kreis bei uns vom Ostpunkte des Himmels bis zum Westpunkte schräge unter einem Winkel von 40° herüber und seine Lage wird durch alle diejenigen Sterne bezeichnet, welche im wahren Ostpunkte auf- und im wahren Westpunkte untergehen, eine größte Höhe von 40° in Meridiane erreichen und gleiche Zeit über und unter dem Horizonte sich befinden, da ihre Tagbögen, wie wir aus früherer Beobachtung wissen, lauter Halbkreise sind.

Die Kreise, welche mit dem Himmelsäquator parallel die übrigen Sterne beschreiben und zwar innerhalb der Zeit, in welcher die Himmelskugel sich um ihre Achse dreht, d. i. während der Dauer eines Tages, heißen Tagskreise oder Parallelkreise, und damit man die Lage eines Sterns in seinem Tagskreis näher bestimmen kann, denkt man sich von jedem der Pole an den Aequator senkrecht herab größte Viertelkreise (Quadranten) gezogen, sogenannte Declinations- (Abweichungs-) oder Stundenkreise und nennt den Abstand eines Sterns in demselben vom Aequator die Declination (Abweichung), so wie seine Entfernung vom Pol die Polardistanz des Sterns. Und zwar heißen beide Bezeichnungen der Lage eines Sterns nördlich, wenn der Stern sich in der nördlichen, und südlich, wenn er in der südlichen Himmelshalbkugel sich befindet; die Sterne im Aequator selbst haben keine Declination, aber 90° Polardistanz, die an den beiden Polen dagegen haben keine Polardistanz, aber 90° Declination.

Unter der Höhe eines Sterns versteht man, wie bei der Sonne, den Abstand desselben in seinem Verticalkreise vom Horizont. Allein mit der Bewegung des Sterns ändert sich dieselbe beständig, indem der Stern fortwährend in andere Verticalkreise tritt und

gleich der Sonne immer höher in denselben zu stehen kommt, bis er im Meridiane, jenem nach dem Südpunkte des Himmels gezogenen Verticalkreise, seine größte Höhe erreicht (culminirt) und von da allmählich zum Horizonte herabsinkt. Damit man aber doch die Lage eines Sterns in Bezug auf den Horizont freilich nur für eine gewisse Zeit und einen gegebenen Ort bestimmen könne, so denkt man sich den Horizont als vollkommenen Kreis gleich dem Geländer unseres Thurms in 360 gleiche Theile, Grade genannt, eingetheilt und an diese Theilpunkte die Verticalkreise gezogen, so daß sich nun leicht angeben läßt, in welchem dieser Kreise der Stern gerade seine Stelle habe. Gewöhnlich beginnt man vom Südpunkte aus in der Richtung nach West die Eintheilung des Horizonts, so daß der Meridian selbst der 360ste Verticalkreis ist, und nennt den Bogen, um welchen der Verticalkreis eines Sterns von dem Südpunkte absteht, das Azimuth oder die Südweite des Sterns, welche sich mit seiner Höhe beständig ändert. Nur die Höhe und das Azimuth des Poles sind keiner Aenderung unterworfen, und erstere beträgt bei uns beständig gegen 50°, letzteres 180°. Daraus ist ersichtlich, daß der Abstand des Pols von unserem Zenith in dem durch beide hindurch gehenden Verticalkreis, oder die Zenithdistanz des Pols, der Abstand des Pols vom Scheitel, 40° mißt, die des Aequators 50° und die Höhe des Aequators wiederum 40°. Unter Horizont ist hiebei stets derjenige Kreis gemeint, der uns den sichtbaren Theil des Himmels an der Erde abschneidet und welcher der scheinbare heißt zum Unterschiede vom wahren Horizont, der mit dem scheinbaren parallel als größter Kreis durch den Mittelpunkt der Erde hindurchgeht. Die mit beiden Horizonten an der Himmelskugel gezogenen parallelen Kreise, deren gemeinschaftlicher Mittelpunkt das Zenith ist, heißen Höhenkreise (Almucantharats).

Was nun die Sterne selber betrifft, deren Bewegungen so gleichförmig sich zeigen, wenn auch ihr täglicher Auf- und Untergang stets um c. 4 Minuten früher als Tags zuvor, nach unseren

Uhren, durch welche die Zeit von einem Durchgang der Sonne durch den Meridian bis zum nächsten in 24 gleiche Theile, Stunden, getheilt wird, erfolgt, so erscheinen uns dieselben von verschiedenem Lichte, ungleicher Größe und ungleichmäßiger Vertheilung an dem großen Himmelsgewölbe.

In Bezug auf das Licht bemerken wir, daß einige wenige große Sterne mit ruhig glänzendem Lichte leuchten, zum Unterschiede von den unzähligen andern, deren Licht ein lebhaft funkelndes, flackerndes, flimmerndes ist. Später beobachten wir noch eine zweite Eigenthümlichkeit dieser Sterne vor allen andern, indem wir sie keineswegs an einem und demselben Ort des Himmels verweilen, sondern ihre Stelle ändern und unter den Fixsternen langsam dahin wandeln sehen. Es sind dieß Wandel- oder Irrsterne, Planeten, deren wir im Laufe unserer Beobachtung fünf kennen lernten, nämlich den Merkur, die Venus, den Mars, Jupiter und Saturn, und die alle in zu naher Beziehung zu unserem Wohnorte, der Erde, stehen, daß wir nicht in der Folge öfter auf sie zurückkommen sollten.

Ihrer Größe, d. h. ihrem verschieden großen Glanze nach, theilt man die Fixsterne in verschiedene Classen ein, in Fixsterne erster, zweiter ꝛc. Größe. Die Alten, die sich keiner bewaffneten Augen bedienen konnten, bestimmten den Grad ihrer Größe nach dem Augenmaaße und machten nur 6 Classen, deren erste nicht mehr denn 15 Sterne zählte, dagegen die der zweiten 45, der dritten 208, der vierten 474, der fünften 217 und der sechsten 49. In neuerer Zeit macht man mehr als die doppelte Anzahl Classen und bestimmt den Grad der Größe eines Sternes nach der Zeit seiner Sichtbarkeit, wenn die Sonne bereits untergegangen ist, und versteht unter Sternen erster Größe diejenigen, welche dem unbewaffneten Auge sichtbar werden, wenn die Sonne erst 12°, unter Sternen zweiter Größe, welche sichtbar, wenn die Sonne 13° ꝛc. unter dem Horizonte sich befindet; so daß mit jedem Grad ihres tieferen Standes eine nächst höhere Classe am Himmel sichtbar wird. Je

kürzere Zeit die Sonne erst untergegangen, desto heller ist es noch, und desto mehr Lichtstärke muß ein Stern besitzen, um unseren Augen kenntlich zu werden.

Die Vertheilung der Sterne am Himmelsgewölbe endlich ist nicht nur der Anzahl überhaupt, sondern besonders der Anzahl der größeren Sterne nach sehr ungleich. Manche Stellen des Himmels sind mit einem Heer von Sternen gleichsam besäet, dagegen andere Stellen fast sternarm zu nennen sind. Wieder andere Stellen sind mit verhältnißmäßig vielen großen Sternen ausgestattet, andere haben nur einen oder wenig solche Glanzpunkte in ihrer Mitte.

Aber gerade diese verschiedene Vertheilung der Sterne am Himmel der Anzahl und Größe nach setzte schon unsere frühesten Vorfahren in den Stand, sich unter ihnen auszukennen. Man dachte sich nämlich gewisse Bilder am Himmel beschrieben, in welchen die einzelnen Sterne selbst, was vornehmlich von den größeren gilt, bestimmte Stellen einnehmen, und erhielt so gewisse Gruppen von Sternen, Sternbilder genannt, in welchen sich der Blick leicht zurecht fand, wie Schiller sagt:

So beschreibt mit Figuren der Astronome den Himmel,
Daß in den ewigen Räumen leichter sich finde der Blick.

Die Alten kannten deren 52, von denen uns der Alexandrinische Astronome Ptolomäus (125—160 n. Chr.) in seinem Almageste durch das von Hipparch (140 v. Chr.) aufgenommene Sternverzeichniß in Kenntniß setzt. Lernen wir nun vorerst diese Sternbilder, die doch alle bedeutende Sterne, die bei uns Bewohnern der nördlich gemäßigten Zone sichtbar sind, in sich schließen, näher kennen.

a) 12 Sternbilder in einem am Himmel gezogenen größten Streifen in der Nähe des Aequators (Zodiakus) genannt, den wir bald näherer Betrachtung würdigen werden.

1) Der Widder,	3) die Zwillinge,	5) der Löwe,
2) der Stier,	4) der Krebs,	6) die Jungfrau,

7) die Waage, 9) der Schütze, 11) der Wassermann,
8) der Skorpion, 10) der Steinbock, 12) die Fische.

b) 25 Sternbilder nördlich vom Thierkreis.

13) die Cassiopeja, 14) die Andromeda, 15) der Cepheus, 16) der Perseus, 17) der Adler, 18) der große Bär, 19) der kleine Bär, 20) der Bootes, 21) der Ophiuchus, 22) die Schlange, 23) der Herkules, 24) der Drache, 25) die Leyer, 26) der Pfeil, 27) der Schwan, 28) der Delphin, 29) das kleine Pferd, 30) der Pegasus, 31) die nördliche Krone, 32) der nördl. Triangel, 33) der Fuhrmann, 34) der Antinous, 35) das Haar der Berenice, 36) die Plejaden oder die Glucke, 37) die Hyaden.

c) 15 Sternbilder südlich vom Thierkreis.

38) der Orion, 39) der große Hund, 40) der kleine Hund, 41) der Haase, 42) der Eridanfluß, 43) der Wallfisch, 44) das Schiff, 45) die Wasserschlange, 46) der Becher, 47) der Raabe, 48) der Centaur, 49) der Wolf, 50) der Altar, 51) die südl. Krone, 52) der südl. Fisch.

Viele dieser Sternbilder, die meist Heroen des Alterthums, Thiere (auch monströse), Attribute der Götter und Helden sind, schreiben sich aus dem grauesten Alterthum her und ihr Ursprung reicht über alle historische Zeit hinauf, was einmal aus ihren, der ältesten Mythologie angehörenden, eigenthümlichen Namen und Attributen, von denen uns die alten Globen und Thierkreisbilder (z. B. von Denderah) in Kenntniß setzen, hervorgeht und dann aus ihrer theilweisen Erwähnung in den alttestamentlichen Büchern Hiob, Amos und Jesaias (Hiob 9, 9: „Er macht den Wagen am Himmel und Orion und die Gloucke und die Sterne gegen Mittag." Amos 5, 8. Jes. 13, 10.) und in den Gesängen von Homer und Hesiod. Homer erwähnt den großen Bären, den Orion, den großen Hund, die Hyaden und Plejaden; Hesiod den Arctur und die Jungfrau und beide mögen wohl noch mehrere gekannt haben, denn daraus, daß sie weiter keine Sternbilder anführten, folgt

gerade nicht, daß sie auch von keinen weiter Kenntniß hatten. Ihren alten Ursprung mögen diese Sternbilder übrigens der hohen Wichtigkeit des gestirnten Himmels für die täglichen Beschäftigungen aller noch ungebildeten Völker, deren Leben sich sehr enge an die Natur und ihre Erscheinungen anschloß, zu verdanken haben, denn so bezeichnete die Wiedererscheinung eines kenntlichen Gestirns in der Nähe der Sonne die Rückkehr einer Jahreszeit, z. B. der Aufgang der Plejaden am Abend die des Winters; wenn Sirius kurz vor der Sonne aufging, stellte sich bald die Ueberschwemmung des Nils ein u. s. w. Es war ja überhaupt das vornehmste Geschäft der ältesten Astronomen, auf den Auf- und Untergang der kenntlicheren Sterne in der Morgen- und Abenddämmerung Acht zu haben, und an dergleichen jährlich wiederkehrende Erscheinungen Witterungsanzeigen für den Landmann und Schifffahrer zu knüpfen. Die meisten Sternbilder jedoch verdanken ihren Ursprung den Griechen, welche durch sie das Andenken an ausgezeichnete Personen und merkwürdige Begebenheiten der Vergessenheit entreißen wollten.

So finden wir, um nur Einiges anzuführen, am Himmel mit jener Flammenschrift verzeichnet den berühmten Helden Herkules, der dem Drachen, der Lerneischen Hyder, den Kopf zertritt, den Nemeischen Löwen erlegt und den Cerberus bändigt; die Dioskuren Castor und Pollux, deren Letzterem als Unsterblichem erlaubt wurde, mit seinem Bruder Castor die Unsterblichkeit zu theilen, so daß jeder von ihnen einen Tag um den andern unter den Göttern wohnt; den großen Jäger Orion, in dessen nächstem Gefolge den großen und kleinen Hund, so wie den Haasen und in größerer Entfernung den Skorpion, der von der Diana aus Neid über Orions große Jagdkunde abgeschickt, letzteren im Flusse Eridanus verwundete und so seinen Tod herbeiführte. Ferner finden wir den Cepheus, König in Aethiopien, mit seiner Gemahlin, der Cassiopeja, welche die Schönheit ihrer Tochter Andromeda größer als die der Nereiden rühmte und deßhalb bewirkte, daß der durch die Nereiden auf-

gereizte Neptun ein Seeungeheuer, den Wallfisch, über das Land des Cepheus schickte, das große Verwüstungen anstellte, welche nach dem Ausspruch des Orakels nur aufhören würden, wenn Andromeda dem Ungeheuer ausgesetzt würde. Es geschah; allein der tapfere Held Perseus, der schon früher die schlangenhaarige Medusa erlegte und beim Abhauen ihres Hauptes den Pegasus hervorspringen sah, war auch hier Besieger des Ungeheuers und bekam die befreite Andromeda zur Gemahlin.

Im großen Bären erkennen wir die aus Eifersucht der Juno also verwandelte Nymphe Callisto, die von ihrem Sohne Arkas, dem Bootes, beständig verfolgt wird; in den Plejaden die 7 Töchter des Atlas und der Plejone, Namens Halcyone, Elektra, Maja, Celäno, Taygete, Sterope und Merope, welch letztere einen Sterblichen heurathete, während die andern alle Gemahlinnen von Göttern wurden, und die sich deßhalb aus Scham zu verbergen pflegt; im Schwan den Sohn des Stheneleus, Königs der Ligurier, der den Tod seines Anverwandten Phaethon so sehr betrauerte, daß er aus Mitleid der Götter also verwandelt und an den Himmel versetzt wurde; in der Leyer die des Sängers Arion, den ein Delphin vom Meere aus, wohin ihn habsüchtige Schiffer geworfen, ans Land rettete.

Der Widder erwarb sich seine Stelle am Himmel, weil er den Bacchus mit seinem Heere in der Lybischen Wüste zu einem Brunnen führte; der Adler, weil er den Jupiter auf seinen Feldzügen gegen die Titanen begleitete, den Ganymed raubte und Jupiters Blitze trug; die Tochter Ptolomäus II. Berenice ihrem Haare, weil sie es in Folge eines Gelübdes den Göttern opferte u. s. w., so daß wir bei näherer Untersuchung wohl keines der Sternbilder bedeutungslos am Himmel finden, sondern alle mit dem religiösen und politischen Leben der damaligen Völker im genauen Zusammenhange.

Daß die Sterngruppen den Gestalten, die sie bezeichnen sollen,

in der That wenig oder gar nicht ähnlich sind, ergibt sich sogleich aus der Betrachtung des gestirnten Himmels. Wenn man dieß erreichen wollte, was gewiß eine wesentliche Nachhilfe für unser Gedächtniß wäre, so würde man auf ganz andere Benennungen als die eingeführten, gelangen, und es z. B. angemessener finden, den Financial Haupttheil des Sternbildes vom großen Bären den großen Wagen zu nennen, wie es der gemeine Mann gewöhnlich thut, und wie auch schon die alten Griechen gethan.

Dabei dachten sich die Alten alle Bilder gegen den Beobachter gekehrt oder an der innern Fläche der Himmelskugel gezeichnet, wie man schon aus den verschiedenen Benennungen ersieht, welche den einzelnen Sternen von den Oertern, wo sie sich befinden, ertheilt sind. Mehr durch diese Benennungen, als durch Eigennamen, sucht man die Sterne eines Bildes von einander zu unterscheiden und so die Gruppe besser dem Gedächtniß einzuprägen. So heißt z. B. Denebola, Schwanz des Löwen, und gleichen Namen führt der Stern, der sich am Schweife des Löwen befindet; Fomahand, das Maul des Fisches und also auch der Stern an derselben Stelle, Rigel der linke Fuß des Orion u. s. w. Nur die Fixsterne erster Größe haben alle ihre eigenen Benennungen, meist von der Stelle, die sie im Bilde einnehmen, hergenommen; weniger die von der zweiten und den folgenden Größen. Die Namen der 15 Fixsterne erster Größe sind: Sirius im großen, Prokyon im kleinen Hund, Wega in der Leyer, Capella im Fuhrmann, Arcturus im Bootes, Aldebaran im Stier, Beteigeuze und Rigel im Orion, Regulus im Löwen, Athair im Adler, Spica in der Jungfrau, Antares im Skorpion, Fomahand im südlichen Fisch, Canopus im Schiffe und endlich Akarnar im Eridanus Fluß.

Noch fällt uns bei der Betrachtung des gestirnten Himmels jener lichte, die ganze Himmelskugel durchziehende Streifen von ungleicher Breite auf, die sogenannte Milchstrasse, oder wie ihn die Morgenländer auch nennen, die Strasse von Stroh

oder die **Mutter des Himmels**. Die Ansichten der Alten hievon, die ihre Augen nicht zu bewaffnen vermochten, konnten nur mangelhaft seyn und so hielten sie einige für die feurige Spur eines aus seiner eigentlichen Bahn hinausgeschleuderten Sterns, der den ganzen Raum, durch welchen er fuhr, entzündete; andere für die frühere Bahn der Sonne, ehe sie in den Zodiakus kam, und wieder andere für eine feurige Masse, dichter als ein bloßer Lichtstrahl, dazu vorhanden, um die von der Sonnenbahn entfernteren Theile des Weltalls zu erwärmen; jedoch soll schon der Philosoph **Demokrit** (500 v. Chr.) den Schein der Milchstraße durch den Schimmer von unzählig kleinen Sternen erklärt haben, welche Ansicht, wie wir später sehen werden, denn auch die richtige ist.

Außer den Sternen ist es nun noch

b) der Mond,

dem wir unsere nächtlichen Beobachtungen widmen.

Jene bald sichel-, bald kreisförmige Gestalt des Mondes, die wir schon bei unseren Beobachtungen am Tage öfters im blassen Lichte erblickt, erregt unsere Aufmerksamkeit erst im vollen Maaße bei unseren nächtlichen Betrachtungen des gestirnten Himmels, an dem der Mond als Beherrscher der Nacht gleich der Sonne, der Königin des Tags, seine stille Bahn durchläuft und in seinem größten Glanze die sonst lebhaft funkelnden Sterne nur bleich und dem Erlöschen nahe am hellen Himmelsgewölbe uns erkennen läßt.

Es trifft sich gerade, daß am 21. März, dem ersten Tage unserer dem Monde gewidmeten Beobachtungen, derselbe als vollkommen kreisrunde Scheibe, in welcher Gestalt wir ihn **Vollmond** heißen, sogleich nach dem Untergang der Sonne im Ostpunkte des Himmels aufgeht, gleich der Sonne sich immer höher und höher über den Horizont erhebt, im Meridian seine größte Höhe erreicht und von nun an allmählig gegen den Horizont wieder herabsinkt, unter welchem er sich endlich im Westpunkte des Horizonts gänzlich verbirgt. Es geschah dieß Morgens nach

6 Uhr, wo die Sonne bereits schon aufgegangen, so daß wir uns fast 12 Stunden des Mondscheines erfreuen konnten und der Uebergang von der Nacht zum Tage weniger bemerklich war. Der Mond befindet sich um einen vollen Halbkreis von der Sonne entfernt im Sternbilde der **Jungfrau**, mit dem er in einem halben Kreisbogen am Himmelsgewölbe dahin zieht. Am folgenden Tage geht der Mond zwar in der Nähe des Ostpunktes, jedoch etwas südlich davon, auf, allein fast eine Stunde später, als Tags zuvor, erreicht im Meridiane nicht ganz die Höhe des vorigen Tages und geht in den Strahlen der aufgegangenen Sonne etwas südlich vom Westpunkte des Horizonts unter. Dabei war sein Standort unter den Fixsternen nicht derselbe geblieben, sondern um eine gute Strecke am Himmel von West nach Ost, etwa um das 25fache seines Durchmessers, weiter gerückt in das Sternbild der Jungfrau hinein.

Diese Bemerkungen wiederholen sich an jedem der zunächst folgenden Tage unsrer Beobachtung: der Mond geht täglich etwas südlicher vom Ostpunkt auf und vom Westpunkt unter, verspätet seinen Aufgang gegen den Tag zuvor fast immer um eine Stunde, erreicht eine noch kleinere Höhe im Meridian und rückt um oben angegebene Strecke östlicher als Tags zuvor. Aber auch an seiner Gestalt ist eine Veränderung bemerkbar, indem die runde, volle Scheibe sich mehr und mehr verliert und ihre rechte Seite zu verschwinden, abzunehmen scheint. Am siebenten Tage geht der Mond erst um 12 Uhr Mitternachts in bedeutend südlicher Entfernung vom Ostpunkte des Horizonts auf, wie die Sonne am 23. Dec., erreicht wie diese zu derselben Zeit seine geringste Höhe im Meridiane, ist bereits in das Sternbild des **Schützen** weiter gerückt und hat seine Gestalt bis zur Hälfte verloren, so daß er sich nur noch als ein an der östlichen Seite erleuchteter Halbkreis zeigt, welche Lichtgestalt das **letzte Viertel** genannt wird. Er hat sich der Sonne schon bis auf den vierten Theil eines größten Himmelskreises genähert.

Täglich erscheint hierauf der Mond später am Himmel, rückt täglich weiter nach Osten am Himmel vor und verliert an seiner westlichen Seite stets mehr an Größe und Gestalt; dagegen rücken seine Auf- und Untergangspunkte wieder dem Ost- und Westpunkte des Horizonts zu und wird seine Höhe im Meridian täglich größer. Am 13ten Tage ist er noch als ganz schwache Sichel kurz vor Sonnenaufgang in der Nähe des Ostpunktes zu sehen, bis er endlich ganz in den Sonnenstrahlen verschwindet und gar nicht mehr sichtbar ist. Er befindet sich in der unmittelbaren Nähe der Sonne, im Sternbild der Fische, und scheint mit der Sonne auf- und unterzugehen. Man nennt diese Zeit die des Neumonds.

Allein schon nach wenig Tagen sehen wir den Mond wiederum in Gestalt einer schmalen Sichel, die jedoch uns zur rechten Seite liegt, einige Zeit nach Sonnenaufgang sich über den Horizont erheben und zwar nördlich vom Ostpunkte entfernt, sehen ihn im Gefolge der Sonne bleich am Himmel dahin wandern und bald nach der Sonne nördlich vom Westpunkte unter dem Gesichtskreis verschwinden. Und täglich nimmt die Sichel an Größe zu, indem die östliche Seite derselben sich immer mehr füllt, täglich geht sie später als die Sonne und nördlicher als sie vom Ostpunkte auf, bis der Mond am 22sten Tage unsrer Beobachtung als eine halbe Scheibe, deren Wölbung uns zur rechten Seite liegt, erst gegen Mittag am Horizont sichtbar wird und uns noch die Hälfte der Nacht mit seinem milden Scheine nahe vom Sternbild des Krebses aus erfreut, als erstes Viertel. Mit jedem Tage entfernt sich nun der Mond weiter von der Sonne, geht täglich später auf, füllt seine halbe Scheibe an der östlichen Seite mehr und mehr, bis wir am 30ten Tage unserer Beobachtung dieselbe Erscheinung haben, wie am ersten; der Mond erscheint wieder in voller Scheibe (Vollmond) am Himmel, ist um einen halben Kreis von der Sonne entfernt, hat aber seine Stelle nicht wie das vorige mal im Sternbilde der Jungfrau, sondern in

dem der Waage, und geht vom wahren Ostpunkte etwas südlich auf, so wie vom Westpunkte etwas südlich unter, erreicht auch im Meridiane eine geringere Höhe, wie zur Zeit des zuletzt verwichenen Vollmonds.

Weitere Beobachtungen zeigten, daß sich von nun an alle Erscheinungen hinsichtlich der Lichtgestalten sowohl, als der täglichen östlichen Bewegung und des damit zusammenhängenden späteren Aufgehens des Mondes in derselben Reihenfolge, wie wir sie innerhalb der 30 Tage beobachtet hatten, wiederholen, wovon uns zu überzeugen wir innerhalb eines Jahres, der Zeit, wo der Kreislauf der Erscheinungen an der Sonne wiederkehrt, über zwölf mal Gelegenheit hatten; nur in Betreff der Orte des Auf- und Untergangs des Mondes in ein und derselben Gestalt, sowie der Höhe, die er im Meridiane erreicht, treten wesentliche Verschiedenheiten ein, die wir in der Folge näher kennen lernen werden.

Die Bahn aber, in welcher der Mond tagtäglich gen Osten fortrückt und welche er stets von Neuem durchwandert, ist ein schon früher beim Aufzählen der Sternbilder erwähnter größter Kreis der Himmelskugel in der Nähe des Himmelsäquators, Thierkreis oder Zodiakus genannt (von *Ζῴδιον*, das Thier), weil die meisten der ihn bildenden Sternbilder Thiere vorstellen. Die Wichtigkeit dieses Kreises erkannte schon das graueste Alterthum, so daß man gar keine Zeit seiner Eintheilung in 12 gleiche Theile, Zeichen genannt, deren jedes 30° zählt und ein Sternbild enthält, mehr anzugeben vermag. Die Ordnung dieser 12 Sternbilder, die übrigens sehr ungleiche Bögen einnehmen, so daß z. B. das der Fische sich so weit ausdehnt, als das des Stiers und des Widders, wie sie der Mond durchschreitet, ist nun folgende:

Widder, Stier, Zwillinge, Krebs, Löwe, Jungfrau, Waage, Scorpion, Schütze, Steinbock, Wassermann, Fische, denen man späterhin noch folgende Bezeichnungen der Reihe nach beilegte:

♈, ♉, ♊, ♋, ♌, ♍, ♎, ♏, ♐, ♑, ♒, ♓.

Um ihre Namen und Reihenfolge besser im Gedächtniß zu behalten, hat man sie in folgende vier deutsche Verse gestellt:

Im Norden sind zu seh'n: der Widder und der Stier,
Die Zwilling', Krebs und Löw' sammt einer Jungfrau Zier.
Im Südertheil: die Waag', der Scorpion, der Schütze,
Der Steinbock, Wassermann, der nassen Fische Sitze.

Leichter noch merken sich folgende zwei lateinische Hexameter, die dasselbe enthalten:

Sunt aries, taurus, gemini, cancer, leo, virgo
Libraque, scorpius, arcitenens, caper, amphora, pisces.

Es zieht sich aber dieser Kreis nicht mit dem Aequator parallel am Himmelsgewölbe dahin, sondern steigt einmal über denselben in die nördliche Himmelskugel herauf, dann senkt er sich unter denselben in die südliche Himmelskugel hinab, so daß beide Kreise zwei Punkte und Zeichen mit einander gemein haben und die Hälfte des einen einmal oberhalb, das anderemal unterhalb des andern zu liegen kommt, wie aus Fig. 2 zu ersehen, wo die gerade Linie den Aequator, die gekrümmte die Ekliptik bezeichnet. Die gemeinschaftlichen Zeichen sind die des Widders und der Waage, von deren ersterem aus der Mond durch die Zeichen Widder, Stier, Zwillinge, Krebs, Löwe, Jungfrau sich oberhalb des Aequators in der nördlichen Halbkugel, von dem zweiten aus durch die Zeichen Waage, Scorpion, Schütze, Steinbock, Wassermann, Fische sich unter dem Aequator in der südlichen Halbkugel bewegt. Die erst genannten sechs Zeichen heißen deßhalb auch die nördlichen, so wie die sechs andern die südlichen.

Dritte Vorlesung.

Fortsetzung der allgemeinen Kenntniß des Himmels und seiner Welten aus unseren Beobachtungen.

C. Vergleichung der Beobachtungen am Tage mit denen in der Nacht.

D. Anderweitige genauere Beobachtungen.

Nachdem wir nun in den beiden vorhergegangenen Stunden unsere Beobachtungen an Sonne, Mond und Sternen einzeln genommen angestellt haben, so wollen wir nun zunächst eine kurze Vergleichung unserer bisherigen Beobachtungen am Tage mit denen in der Nacht anstellen, und dadurch den wahren Lauf der Sonne am Himmelsgewölbe und die damit verbundenen Erscheinungen näher kennen lernen.

Der Mond, der, wie bekannt, seine Auf= und Untergangspunkte am Horizont beständig ändert, im Meridian bald höher, bald tiefer steht, bald größere, bald kleinere Bögen beschreibt, und so bald längere, bald kürzere Zeit über dem Horizonte verweilt, bleibt, wie wir weiter aus unsern Beobachtungen wissen, nicht an ein und derselben Stelle des Himmels stehen, sondern geht täglich während einer Umdrehung der ganzen Himmelskugel um die Erde von Ost gen West, zugleich gegen diese Richtung eine Strecke gegen Ost weiter, wie ein Schiffer, der, während er stromabwärts getrieben wird, auf dem Verdeck seines Schiffes den Strom entgegen geht, oder wie eine Mücke, welche bei der Umdrehung einer Kugel von Ost nach West sich auf deren Oberfläche zugleich von West nach Ost bewegt. Da nun die Sonne, die mit dem Monde schon so Vieles der Gestalt und Größe nach gleich hat, ebenfalls wie dieser ihre Auf= und Untergangspunkte am Horizont ändert, im Meridian bald höher, bald tiefer steht, bald größere, bald kleinere Bögen beschreibt und so bald längere, bald kürzere Zeit über dem Horizonte verweilt, — sollte sie nicht auch gleich wie der Mond

ihre Stelle am Himmel ändern und mit ihm in derselben Bahn von West nach Ost an dem Himmel sich herumbewegen?

Abgesehen davon, daß diese Bewegung der Sonne sich schon daraus ergab, daß jeder folgende Vollmond, der von der Sonne stets um einen halben Kreis entfernt sich befindet, immer in einem anderen Zeichen sich ereignet, so waren unsere ältesten Vorfahren doch mehr aus letzteren Gründen der Analogie dieser Ansicht von der Bewegung der Sonne und suchten sich auf folgende Art davon zu überzeugen. Sie beobachteten sorgsam das Sternbild, welches sich unmittelbar vor dem Aufgang der Sonne in der Nähe ihres Aufgangspunktes am Horizonte befand und eben so das Sternbild, welches gleich nach dem Untergang der Sonne in der Nähe ihres Untergangspunktes am Horizonte sichtbar war. In der Mitte von beiden Sternbildern, dem der Sonne voraus gehenden und ihr zunächst folgenden, schloßen sie mit Recht, mußte nothwendig die Sonne selbst ihre Stelle am Himmel einnehmen, und auf diese Weise wurde es ihnen bei der genauen Kenntniß des gestirnten Himmels nicht nur möglich, das Sternbild anzugeben, in welchem täglich die Sonne stand, sondern auch nach längerer Zeit der Beobachtung selbst die vollständige Bahn zu bestimmen, welche die Sonne unter den verschiedenen Sternbildern des Himmels nimmt. Wie man vermuthete, geht diese denn auch wirklich durch dieselben Sternbilder hindurch, wie die des Mondes, welch letztere, da doch das Licht des Mondes nicht so stark ist, um selbst seine nächste Umgebung dem unbewaffneten Auge gänzlich unsichtbar zu machen, im Allgemeinen leicht zu bestimmen ist.

Die genauere Bestimmung der Sonnenbahn war freilich immer noch eine schwierige Aufgabe, und es gehörten die sorgfältigsten, Jahrhunderte hindurch fortgesetzten Beobachtungen dazu, den täglichen Standort der Sonne und dadurch die Bahn, welche sie am Himmel durchläuft, und die aus später zu erörternden Gründen Ekliptik heißt, ganz genau bestimmen zu können. Doch vermochte man schon zu des griechischen Astronomen Aristarchs

Zeiten, der 300 Jahre v. Chr. lebte, die Durchschnittspunkte der Ekliptik und des Aequators, so wie die Punkte, in welchen die Sonne ihren höchsten Stand nördlich oberhalb, und ihren tiefsten südlich unterhalb des Aequators erreicht, oder wo sie ihre größte nördliche und südliche Declination hat, genau zu bestimmen. Es fielen aber erstere damals in die ersten Grade der Sternbilder *Widder* und *Waage*, so wie letztere in die Anfangspunkte der Sternbilder *Krebs* und *Steinbock*. Letztere waren vom Aequator c. 23° entfernt, welche Entfernung die Größe des Winkels bezeichnet, unter der die Ebene der Ekliptik gegen die des Aequators geneigt ist (*Schiefe der Ekliptik*). *Anaximander*, Thales Schüler (500 v. Chr.) soll nach Plinius Bericht diese schiefe Lage zuerst bemerkt und dadurch die Thore des Himmels geöffnet haben. Aus gewissen Gründen, die wir erst später angeben können, befinden sich aber jetzt diese Punkte nicht mehr in den oben genannten Sternbildern des Widders und der Waage, so wie des Krebses und des Steinbocks, sondern in denen der *Fische* und der *Jungfrau*, der *Zwillinge* und des *Schützen*. Dennoch aber behielt man die Zeichen ♈ und ♎ für die jedesmaligen Aequinoctialpunkte, so wie die Zeichen ♋ und ♑ für die sonannten Wendepunkte und überhaupt die obige Folge der Zeichen vom Durchschnittspunkte ♈ des Aequators und der Ekliptik bei, und bewirkte leider hiedurch, *daß nunmehr die Zeichen zu den Sternbildern selbst nicht mehr wie früher passen, und man im Zodiakus um ein Sternbild rückwärts rechnen muß, um das einem vorgegebenen Zeichen entsprechende Bild des Thierkreises zu finden.* Heißt es z. B. die Sonne steht im Zeichen des Löwen, so ist sie im Sternbilde des Krebses zu suchen, dem Zeichen der Waage entspricht das ihm vorhergehende Sternbild der Jungfrau u. s. w.

Betrachten wir nun, nachdem wir die Bahn der Sonne kennen gelernt haben, ihren jährlichen Lauf etwas näher, so finden

wir die Sonne am 21. März im Durchschnittspunkte des Aequators und der Ekliptik mit dem Zeichen ♈, im Sternbilde der Fische. Sie geht um 6 Uhr Morgens im wahren Ostpunkte des Himmels auf, erreicht im Meridiane eine Höhe von c. 40° oder ist nahe um das 80fache ihres Durchmessers vom Horizonte entfernt, und geht Abends 6 Uhr unter, jedoch nicht genau ihrem Aufgangspunkte diametral gegenüber im wahren Westpunkte, sondern etwas nördlich davon entfernt. Tag und Nacht ist zu dieser Zeit des bei uns sich einstellenden Frühlings einander gleich, woher es kommt, daß dieser Durchschnittspunkt den Namen Frühlingsäquinoctialpunkt erhalten. Am nächstfolgenden Tage hat die Sonne bereits schon den Aequator verlassen und ist etwas weiter nach Osten vom Frühlingsäquinoctialpunkte über den Aequator in der Ekliptik herauf gerückt. Dieses Heraufrücken der Sonne in der Ekliptik über den Aequator und dieses östliche Entfernen vom Frühlingsäquinoctialpunkte nimmt täglich zu, die Sonne durchschreitet die nördlichen Frühlingszeichen Widder, Stier, Zwillinge oder die Sternbilder Fische, Widder, Stier und gelangt am 21. Juni in das Zeichen des Krebses, in das Sternbild der Zwillinge. Mit dem täglich höheren Heraufrücken der Sonne über den Aequator hieng zusammen, daß ihre Auf- und Untergangspunkte sich auch täglich mehr vom Ost- und Westpunkte nördlich entfernten, die Sonne deßhalb stets größere Bögen beschrieb, täglich eine größere Höhe im Meridian erreichte und uns so die Tage immer länger machte. Am 21. Juni hat die Sonne in ihrer Bahn den oberhalb des Aequators am höchsten gelegenen Punkt im Zeichen des Krebses, im Sternbild der Zwillinge erreicht, den Sommer-Solstitialpunkt, und befindet sich in einem vom Aequator um 23 1/2° entfernten Tagskreis, der, weil sie sich von hier aus dem Aequator wieder zuwendet, Wendekreis des Krebses heißt. Sie hat zugleich ihre größte nördliche Morgenweite, so wie ihre größte mittägliche Höhe erlangt, beschreibt am Himmel ihren größten Bogen, bringt uns dadurch

den längsten Tag und der Sommer beginnt für unsere nördliche Halbkugel. Bei uns in Nürnberg beträgt die größte Morgen- und Abendweite der Sonne c. 38°, ihre größte Höhe c. 64° und die Dauer des längsten Tages 16 Stunden 4 Minuten. Daß aber die Sonne nicht weiter gegen Norden heraufrückt, erklärten einige der Alten für eine Folge der ihr in Nord entgegenstrebenden dickeren Luft, die sie nicht bewältigen könne, andere als eine Folge der großen Kälte des Nordens, die sie fliehe, um nicht dadurch verlöscht zu werden.

Vom 21. Juni bis zum 23. September steigt die Sonne durch die Sommerzeichen: Krebs, Löwe, Jungfrau, durch die Sternbilder Zwillinge, Krebs, Löwe wieder zum Aequator herab; ihre Auf- und Untergangspunkte nähern sich deßhalb fortwährend dem Ost- und Westpunkte des Horizonts, so daß genau genommen an irgend einem Tage die Abendweite kleiner gefunden wird, als an demselben Tage die Morgenweite; die größte Höhe der Sonne im Meridane wird stets kleiner, ihre Bögen, so wie die Tage werden stets kürzer; am 23. September endlich tritt die Sonne in den zweiten Durchschnittspunkt ihrer Bahn mit der des Aequators, in das Zeichen der Waage, in das Sternbild der Jungfrau, Tag und Nacht ist zu dieser Zeit des bei uns sich einstellenden Herbstes gleich, woher es kommt, daß dieser Durchschnittspunkt die Benennung Herbstäquinoctialpunkt erhalten, und es wiederholen sich an der Sonne alle Erscheinungen, welche wir am 21. März beobachtet haben.

Vom 23. September bis zum 23. December wendet sich die Sonne täglich mehr vom Aequater nach Süden zu, durchschreitet die südlichen Herbstzeichen: Waage, Scorpion, Schütze, die Sternbilder: Jungfrau, Waage, Scorpion; geht täglich südlicher vom Ost- und Westpunkt des Himmels auf und unter, so daß die tägliche Abendweite stets größer als die Morgenweite ist, erreicht stets eine geringere Höhe im Meridian, beschreibt täglich kürzere Bögen und verweilt kürzere Zeit über dem Horizont; am

23. December hat endlich die Sonne ihren tiefsten Stand unter dem Aequator im Anfangspunkte des Zeichens des Steinbocks, im Sternbild des Schützen, den Winter-Solstitialpunkt erreicht, von dem aus sie sich wieder dem Aequator zuwendet, weßhalb auch der Tagskreis, den sie bei diesem Stande beschreibt, den Namen: Wendekreis des Steinbocks führt. Um 23½° hat sich die Sonne vom Aequator südlich entfernt, geht deßhalb c. 38° vom Ost- und Südpunkte südlich auf- und unter, erreicht im Meridiane nur eine Höhe von c. 17° bei uns in Nürnberg und vergönnt uns nicht länger als 7 Stunden 56 Minuten ihren Anblick; der Winter nimmt bei uns seinen Anfang.

Vom 23. Dec. bis 21. März steigt die Sonne durch die Winterzeichen: Steinbock, Wassermann, Fische, durch die Sternbilder: Schütze, Steinbock, Wassermann, wieder gegen den Aequator herauf; ihre Auf- und Untergangspunkte nähern sich täglich mehr dem Ost- und Westpunkte, die Sonne kommt täglich Mittags höher zu stehen, beschreibt eine größere Bahn und verlängert uns die Tage; bis endlich am 21. März die Sonne sich wieder im Frühlingsäquinoctialpunkte ♈ befindet, und der Kreislauf mit den damit verbundenen Erscheinungen von Neuem beginnt.

Die Zeit, während welcher diese Erscheinungen sich regelmäßig wiederholten, wurde schon von den verschiedenen Völkern des Alterthums immer durch ein solches Wort bezeichnet, das mit der Wiederkehr der Jahreszeiten und der damit verbundenen Landarbeiten in irgend einem Zusammenhange stand. Das annus der Römer bezeichnet einen „Ring", wie wir in dem davon abgeleiteten annulus sehen; das griechische ἐνιαυτος drückt „etwas in sich Wiederkehrendes" aus, unser „Jahr" hat seine Ableitung vom Altdeutschen gear, fortgehen und wiederkehren. Das year der Engländer kommt von dem alten yra her, das in der schwedischen Sprache ebenfalls „Ring" heißt und vielleicht aus dem römischen gyrus (Ring) stammt. Man war deßhalb auch

schon frühzeitig darauf bedacht, die Dauer dieses Zeitraums oder die Länge des Jahrs genau zu bestimmen, und so finden wir schon bei den alten Aegyptern die Länge desselben zu nahe 365 Tagen angegeben und diesen Zeitraum in 12 Theile oder Monate zu 30 Tagen eingetheilt, denen am Ende des Jahrs noch 5 Tage hinzugefügt wurden, wodurch der jährliche Sonnenkreis vollendet war.

Zu dieser Entdeckung verhalf ihnen eine Beobachtung an den Fixsternen, deren wir nun gedenken wollen. Man bemerkt wohl bald, daß der Himmel zu einer gewissen Stunde der Nacht nicht mit einen und denselben Gruppen von Fixsternen besäet ist; daß ein gewisses Sternbild zu einer bestimmten Jahreszeit nach dem Untergang der Sonne am westlichen Himmel sichtbar ist, bald hierauf im hellen Lichte dieses Gestirns ganz verschwindet und nach einigen Wochen im Osten kurz vor Sonnenaufgang wieder am Himmel sich zeigt; mit einem Worte es zeigt sich, daß die Fixsterne zu verschiedenen Jahreszeiten auch zu verschiedenen Zeiten auf- und untergehen und im Meridian culminiren und daß dieß von Monat zu Monat stets um 2 Stunden früher geschieht. Nähere Beobachtungen lehrten, daß jeder Fixstern zur Vollendung seines Umlaufs am Himmel nicht dieselbe Zeit brauche, wie die Sonne, 24 Stunden, sondern c. täglich 4 Minuten weniger, um welche Zeit er denn auch täglich früher auf- und untergeht und in den Meridian kommt, als es Tags zuvor der Fall war. Es kommt dieß davon her, daß die Sonne sich in ihrer Bahn täglich weiter östlich vom Stern entfernt, und daß wir die Zeit, welche die Sonne, nicht der Stern braucht, um wieder in den Meridian zu kommen, in 24 gleiche Theile eintheilen und den Gang unserer Uhren hiernach einrichten. Culminirt nun z. B. ein Stern heute Nachts 12 Uhr, so geschieht dieß morgen Nachts 11 Uhr 56 Minuten, übermorgen Nachts 11 Uhr 52 Minuten u. s. f., endlich kommt die Zeit herbei, wo er wieder Nachts 12 Uhr culminirt. Die Sonne befindet sich alsdann wieder in gleicher Lage zum

Stern, wie früher, und ist zu demselben Punkte ihrer Bahn wieder zurückgekehrt; ein Jahr ist vorüber, das, wie gesagt, in den frühesten Zeiten bei dem Mangel an mechanischen Zeitmessern zu nahe 365 Tagen angegeben wurde.

Die Fehler von 6 Stunden, um welche die Dauer des Jahres zu kurz bestimmt wurde, mußte in der Folge sich bemerklich machen, da mit dieser Periode die Rückkehr der Jahreszeiten in keine genaue Uebereinstimmung bald mehr zu bringen war. Nach 4 Jahren mußte bei der Annahme der Dauer des Jahres von nur 365 Tagen, das fünfte Jahr schon um einen ganzen Tag zu früh anfangen, wenn man nämlich den Anfang des Jahrs, wie wohl billig, in Beziehung auf die Sonne und Sterne betrachtet, und in 120 Jahren mußte der Anfang des Jahres schon um einen ganzen Monat von 30 Tagen zu früh fallen, so daß z. B. der Frühling mit unseren jetzigen 19. Februar begonnen hätte; ja in 1440 Jahren hätten sich die 4 Jahreszeiten in allen Monaten des Jahrs einstellen müssen. Die Zugabe von 6 Stunden zur Dauer des Jahres finden wir daher sehr bald bei allen gebildeten Völkern des Alterthums, so wie auch die mannichfaltigen Mittel, diese mit in Rechnung zu nehmen. Das gewöhnlichste war die Einschaltung, die auch wir noch beibehalten haben, indem man immer im vierten Jahre dem Februar einen Tag mehr gab, als in den drei anderen. Auch Julius Cäsar adoptirte (46 v. Ch.) auf den Rath des Aegyptischen Astronomen Sosigenes die Einschaltung eines Tages in je vier Jahren, fügte dem Jahre, in welchem diese verbesserte Zeitrechnung ihren Anfang nahm, bei der gänzlichen Unordnung des römischen Kalenderwesens 79 Tage hinzu (deßhalb annus confusionis, das Jahr der Verwirrung, genannt) und setzte den Anfang der neuen Zeitrechnung auf den 1. Januar des Jahres 45 vor Chr. Geb. fest. (Julianischer Kalender).

Während die Sonne einen Kreislauf am Himmel vollendet, macht der Mond seinen Umlauf mehr denn zwölfmal, so daß wir jedes Sonnen-Jahr zwölfmal Vollmond, zwölfmal

Neumond und noch etwas darüber haben. Aus dieser kurzen Periode und den auffallenden Veränderungen der Gestalten des Monds und seines Ortes unter den Gestirnen zur Zeit der Nacht, deren Stille und Ruhe zu den Betrachtungen des Himmels sich so viel mehr eignet, als die geräuschvollen Geschäfte des Tages, läßt es sich wohl erklären, warum die ältesten Völker und vorzüglich solche, die weder Schifffahrt noch Ackerbau trieben, ihre Zeiten lieber nach Monden, als nach den Jahren der Sonne gezählt haben. Allein leider zählt auch diese Periode gleichfalls keine Anzahl ganzer Tage, wie die der Sonne, sondern mehr denn 29, und weniger als 30, nämlich 29 Tage 12 Stunden 44 Minuten. Man nahm Anfangs der Einfachheit halber den Monat zu 30 Tagen an, aber schon eine geringe Anzahl von solchen Mondmonaten zu 30 Tagen zeigte keine Uebereinstimmung mehr mit den Erscheinungen des Mondes. Deßhalb nahm man die Monate abwechselnd zu 29 und 30 Tagen an, wodurch Bezugs der Uebereinstimmung mit den Mondserscheinungen auf längere Zeit Abhilfe geschehen war. Bessere Abhilfe geschah bald darauf durch die Beobachtung der Chaldäer, daß in 18 Jahren 10 Tagen oder in 6585 Tagen der Mond nahe 223 mal voll und neu wurde, (Chaldäische Periode); fast aber für immer wurde diese Abhilfe geleistet, als der Athener Meton (432 v. Chr.) die Entdeckung machte, daß 19 Sonnenjahre und 235 Lunationen bis auf 12 Stunden genau von derselben Länge sind, nicht volle 6940 Tage ausmachen. Damit nun 235 Monate, von 30 und 29 Tagen, zusammen diese Anzahl Tage zählen, mußte man 125 von den ersten und 110 von den letzten Monaten nehmen, wo dann die ersten volle, die letzten aber hohle Monate genannt wurden, und es frug sich nur, wie die 110 hohle Monate unter die 6940 Tage vertheilt werden sollten? Man bediente sich hierbei eines eigenen Kunstgriffes; indem man nämlich fand, daß nahe auf je 63 Tage ein solcher hohler Monat komme, so zählte man 30 Tage für jeden Monat und ließ jeden 63sten Tag

einen Tag aus, also den dritten Tag des dritten Monats, den sechsten Tag des fünften Monats, den neunten Tag des siebenten Monats u. s. f., wodurch diese Monate hohl und in 19 Jahren 110 Tage ausgelassen wurden.

Die Uebereinstimmung der Solar- und Lunar-Periode in diesem Cyklus von 19 Jahren ist so genau, daß der Cyklus noch bis auf diese Tage von uns selbst gebraucht wird, und die Kirche sich seiner zur Bestimmung der Neumonde hinsichtlich des Osterfestes bedient, wie wir später näher sehen werden, wenn wir auf das Kalenderwesen der Alten überhaupt nochmals zurück kommen. Man sieht hieraus, welch hohe Stufe die Astronomie schon zu dieser Zeit erreicht hatte und welch genaue Beobachter wir an den Alten bei dem gänzlichen Mangel unserer jetzigen optischen Instrumente und mechanischen Zeitmesser haben. Als letzterer bedienten sie sich der sogenannten Gnomone, hoher senkrechter Säulen, die auf dem südlichen Endpunkte genau gezeichneter Mittagslinien errichtet wurden. In diesen Säulen war oben senkrecht über der Mittagslinie eine kleine Oeffnung angebracht, durch welche in jedem Augenblick, wo die Sonne schien, ein Sonnenbild nach der nördlichen Seite der Säule geworfen wurde, das in den Vormittagsstunden westlich, in den Nachmittagsstunden östlich von der Mittagslinie zu liegen kam. Im Augenblicke des natürlichen Mittags aber fällt dieses Sonnenbild auf die Mittagslinie selbst und zwar um so weiter von der Säule entfernt und um so schärfer ausgedrückt, je höher die Säule und je kleiner das Loch ist. Kannte man so genau den Anfang des natürlichen Mittags, so lernte man durch die Sonnenuhren aus der Richtung des Schattens die weitere Eintheilung des Tages in Stunden kennen. Von dieser hohen Stufe, welche die Astronomie in früherer Zeit schon erreicht, werden wir uns noch mehr überzeugen, wenn wir nun der Alten anderweitigen genaueren Beobachtungen am Himmel in der Kürze kennen lernen werden.

Wir haben deren hauptsächlich vier nahmhaft zu machen, die

alle mit den bereits erwähnten Erscheinungen am Himmel in nahem Zusammenhange stehen.

1) Mit der bereits erwähnten genauen Kenntniß der Länge des Sonnenjahrs war unseren vorchristlichen Vorfahren auch die Länge der vier Jahreszeiten gegeben, die alle von gleicher Länge seyn mußten, falls die Sonne sich mit gleichförmiger Geschwindigkeit in ihrer Bahn fort bewegt. Allein dem war nicht also und der griechische Astronom Hipparch bemerkte, daß die Zeiten, welche die Sonne braucht, um von den Aequinoctien zu den Solstitien und von den Solstitien zu den Aequinoctien zu gelangen, allesammt verschieden und zwar am größten sind, wenn die Sonne die nördlichen Zeichen durchwandert. Konnte man diese ungleichförmige Bewegung der Sonne in ihrer Bahn auch nicht täglich nachweisen, da dieser Unterschied zu geringe, so war sie doch in obigen Epochen erwiesen und außer allem Zweifel gesetzt, da die Sonne zur Durchwanderung der 6 nördlichen Zeichen, von Widder bis zur Waage, c. 8 Tage länger braucht, als zur Durchwanderung der 6 südlichen, von der Waage bis zum Widder.

Leichter wurde es, eine ähnliche ungleichförmige Bewegung am Monde nachzuweisen, der zwar mit der Sonne im Allgemeinen dieselbe Bahn am Himmel theilt, jedoch bald etwas über dieselbe sich erhebt, bald unter sie herabgleitet. Dieser Mond bewegt sich im Laufe einer jeden Revolution täglich bald um eine Strecke von 22 Durchmessern seiner Scheibe, bald selbst um 26 Durchmessern in seiner Bahn nach Ost weiter, (bald um 11¹/₁₀, bald 13⁵/₁₀°), was dem Blicke eines jeden nur einigermassen aufmerksamen Beobachters nimmermehr entgehen konnte. Mit dieser ungleichförmigen, bald schnelleren, bald langsameren Bewegung stand zugleich eine Veränderung der scheinbaren Größe der Sonne sowohl, als des Mondes in nahem Zusammenhang. Man bemerkte nämlich, daß ein in einem gewissen Abstande angebrachter Teller bald 11, bald 12 Zoll im Durchmesser haben mußte, um das Bild der Sonne oder des Mondes dem Auge zu verdecken.

und daß für die Sonne Ersteres im Sommer, Letzteres im Winter der Fall sey, das Bild beider Himmelskörper uns also zur Zeit ihrer schnelleren Bewegung größer erscheint, als zur Zeit ihrer minder schnellen. Die beiden Hauptgestirne des Himmels, die Sonne sowohl als der Mond, beobachtete man, bewegen sich zwar stets in derselben Zeit um den Himmel herum, aber ihr täglicher Lauf ist bald schneller, bald langsamer, ihre Scheibe bald größer, bald kleiner.

2) Mehr aber noch als bei Sonne und Mond mußte sich jener Mangel an Gleichförmigkeit in der Bewegung bei den bereits weiter oben erwähnten, schon durch ihr ruhig glänzendes Licht vor den Fixsternen sich auszeichnenden Himmelskörpern, den Planeten, herausstellen. Nicht nur, daß diese sich bald schneller, bald langsamer in ihrer Bahn von West gegen Ost weiter bewegen und zwar in der größten Nähe des Kreises, den die Sonne am Himmel jährlich durchwandelt: sie bleiben nicht selten eine Zeitlang an ein und derselben Stelle des Himmels fest stehen, gleichsam als wollten sie von ihrem Laufe, der unseres Dafürhaltens nach doch kein rascher ist, etwas ausruhen, und bewegen sich selbst eine Strecke rückwärts in ihrer Bahn von Ost gegen West, um bald darauf um so schneller auf einem anderen Wege wieder rückwärts zu eilen und gleichsam das Versäumte nachzuholen, wodurch die Bahn selbst die Gestalt einer Schlinge erhält. Es gilt von den Planeten noch viel mehr als von der Sonne und dem Monde, daß sie sich zwar stets in derselben Zeit um den Himmel herumbewegen, allein in äußerst verwickelten Bahnen, bald vorwärts, bald rückwärts, bald schneller, bald langsamer.

3) Eine weitere Unregelmäßigkeit der Bewegung wurde an der Sonne wahrgenommen. Die Sonne, deren Lauf, wie wir schon früher bemerkten, wir uns am Himmel schraubenförmig denken müssen, indem sie gerade wie der Endpunkt der Kurbel,

womit eine Schraube gedreht wird, zwar im Kreise rund herum läuft, allein sich auch zugleich parallel mit der Achse der Schraube täglich etwas erhebt (vom 23. December bis 21. Juni), oder sich senkt (vom 21. Juni bis 23. December). Die Sonne, bemerkte man, durchschneidet bei ihrem Heraufsteigen über und bei ihrem Hinabsteigen unter den Aequator diesen Kreis nicht stets an ein und derselben Stelle des Himmels, oder die Durchschnittspunkte des Aequators und der Ekliptik, die Aequinoctialpunkte, bleiben nicht dieselben, sondern rücken jährlich um eine freilich sehr geringe Strecke auf der Ekliptik rückwärts, gegen Westen. Zur Entdeckung dieser Veränderung der Durchschnittspunkte gelangte man dadurch, daß man vornehmlich den einen davon, den Frühlingsäquinoctialpunkt mit dem Zeichen des Widders (♈), schon früher, weil er sich mit dem ganzen Himmelsgewölbe gleichförmig zu bewegen und gegen die Fixsterne eine stets unveränderte Lage zu behalten schien, einer besonderen Auszeichnung zur Bestimmung der Lage der verschiedenen Himmelskörper würdigte. Man theilte nämlich von diesem Punkte aus den Aequator als größten Kreis der Himmelskugel in 360 gleiche Theile oder Grade und versteht nun unter dem Bogen, um welchen der Deklinationskreis eines Sterns östlich von dem Zeichen ♈ entfernt absteht, die gerade Aufsteigung oder Rectascension dieses Sterns oder den Stundenwinkel, d. i. den Winkel zwischen der ersten Himmelsmeridianebene und der Declinationsebene des Sterns, wodurch nun dessen Lage vollkommen bestimmt ist.

Dieselbe Eintheilung nahm man auch nichts desto weniger auf der Ekliptik vom Punkte ♈ anfangend vor und dachte sich durch die 360 Grade derselben senkrechte größte Kreise gezogen, welche sich zweimal durchschneiden und in ihren beiden Durchschnittspunkten den Nord- und Südpol der Ekliptik bezeichnen. Sie heißen Breitenkreise, und unter dem Abstand eines Sterns in einem solchen Breitenkreise von der Ekliptik versteht man die Breite,

so wie unter der östlichen Entfernung dieses Breitenkreises vom Zeichen ♈ in der Ekliptik die Länge des Sterns. Durch die Angabe der Länge und Breite eines Sterns ist dessen Lage gleichfalls unzweideutig angegeben, gerade so, wie durch Rectascension und Declination, oder selbst Azimuth und Höhe, wenn man bei letzterer Bezeichnung einmal einen bestimmten Ort der Erde, von dem aus der Stern beobachtet wird und dann den Zeitmoment, wo die Beobachtung geschieht, im Sinne hat. Die beiden ersten Bestimmungsarten der Lage der Sterne aber sind allgemein, und deßhalb kamen sie vor der dritten bald in Anwendung.

Nun bemerkte Hipparch, daß der helle Stern, der damals schon, wie jetzt, die Kornähre der Jungfrau, Spioa, genannt wurde, nach den 150 Jahre vor ihm durch Timocharis und Aristillus angestellten Beobachtungen seine Länge um zwei Grade geändert und zwar vergrößert habe und fand seine Vermuthung, daß eine ähnliche Aenderung der Länge wohl bei allen Fixsternen Statt habe, auch am Regulus und mehreren andern Fixsternen vollkommen bestätigt, woraus sich, da man doch nicht wohl annehmen konnte, daß diese Sterne alle ihre Länge in der That ändern, die Zurückweichung der Durchschnittspunkte des Aequators und der Ekliptik auf der Ekliptik mit Nothwendigkeit ergab. Durch dieses beständige Zurückweichen hat sich seit Hipparchs Zeiten, der uns die Lagebestimmung von nicht weniger als 1080 der größern Sterne nach Länge und Breite in einem eigenen Catalog durch den Ptolemäischen Almagest hinterließ, die Länge der Sterne nicht weniger als nahe um 30 Grade geändert, und die Aequinoctialsowie die Solstitialpunkte befinden sich jetzt nicht mehr wie zu Hipparchs Zeiten in den Sternbildern Widder, Waage, Krebs und Steinbock, sondern, wie schon früher bemerkt, in den Sternbildern Fische, Jungfrau, Zwillinge und Schütze, so daß zu den Zeichen die Sternbilder nicht mehr passen und man in der Ekliptik um ein Sternbild rückwärts rechnen muß, um das einem vorgegebenen Zeichen entsprechende Bild des Thierkreises zu finden.

Erst in ohngefähr 25800 Jahren wird es wieder der Fall seyn, daß die Zeichen zu den Sternbildern wieder passen, während welcher Periode, mit der schon Plato bekannt war und die nach ihm das große Platonische Jahr heißt, die ganze Umwälzung des gestirnten Himmels um 360 Grade vollendet seyn wird. Aus einer Stelle der Zend-Avesta, der heiligen Bücher der Nachkommen der alten Perser, soll hervorgehen, daß das Vorrücken der Nachtgleichen schon über 1500 Jahre vor Christo in Indien bekannt gewesen sey. Es wäre dieß ein neuer Beweis, daß die Astronomie im grauesten Alterthum viel mehr ausgebildet gewesen ist, als unsere Geschichtsbücher angeben, da eine solche Beobachtung immerhin große Genauigkeit erfordert.

4) Als vierte genauere Beobachtung am Himmel, die schon sehr frühe gemacht wurde, erwähnen wir schließlich die Kenntniß der Wiederkehr der Sonnen- und Mondsfinsternisse, die schon wegen des Eindrucks, den sie auf die Menschen machen, sorgfältig beobachtet und der Nachwelt erhalten wurden. Nimmt der Mond, wie wir gesehen haben, zwar nicht genau dieselbe Bahn am Himmel, wie die Sonne, so wandelt er doch auch in keiner gar sehr davon verschiedenen, nur unter einem Winkel von c. 5° gegen die erstere geneigten, und es wird sich zuweilen ereignen, daß er von der Erde aus gesehen vor der Sonnenscheibe vorbeizieht, eine Sonnenfinsterniß verursacht, oder der Sonne diametral gegenübersteht, in welchem Falle die Erde in der Mitte beider sich befindet und ihren Schatten in den Mond wirft, eine Mondfinsterniß entsteht. Die sonstig bemerkten Regelmäßigkeiten der himmlischen Erscheinungen, z. B. der Dauer des Sonnen- und Mondlaufs, die Wiederkehr der Lichtgestalten des Mondes ꝛc. mochten wohl Veranlassung zur Untersuchung gegeben haben, ob nicht auch diese ungewöhnlichen und scheinbar unregelmäßigen Erscheinungen nach einem gewissen Gesetze erfolgen möchten. Und so sollen bereits schon die Chinesen über 2000 vor Christo im Stande gewesen seyn, künftige Finsternisse voraus zu bestimmen; leider,

daß wir durch das Verbrennen der chinesischen Bücher unter dem Kaiser Schi Hoangti (213 v. Chr.) die Spuren ihrer Berechnungsmethoden verloren haben. Die Chaldäer vermochten aber jedenfalls schon künftige Finsternisse vorauszusagen und dieß wahrscheinlich mit Hilfe ihres Cyklus von 18 Jahren 10 Tagen, oder 6585 Tagen, der sogenannten chaldäischen Periode, nach deren Verlauf die Finsternisse des Mondes und der Sonne wieder nahe in derselben Ordnung wiederkehren. Der griechische Weltweise Thales (630 v. Chr.) kündigte auf den 17. Mai des Jahres 603 v. Chr. eine Sonnenfinsterniß voraus, und vom Philosophen Anaxagoras (450 v. Chr.) ist bekannt, daß er wegen der Vorausbestimmung einer Mondsfinsterniß der Gotteslästerung angeklagt und nur durch die Vertheidigung seines Schülers Perikles vom Tode befreit und mit seiner Familie bloß vertrieben wurde. Am besten jedoch hat sich der vom Meton entdeckte Cyklus von 19 Jahren, während welcher der Mond 235 mal vor der Sonne vorübergeht und nach deren Verlauf er dieselbe Stellung der Sonne wieder einnimmt, zur Bestimmung der Wiederkehr der Sonnen- und Mondsfinsternisse bewährt, so daß man in ihm noch heut zu Tage ein Mittel hat, zurückzurechnen, wenn eine gewisse Begebenheit, die ein Schriftsteller nach der Zeit einer solchen Finsterniß angibt, zufolge unsrer Zeitrechnung wirklich sich ereignet hat. So trug sich z. B. unter des Meder Königs Cyaxares (638 v. Chr.) Regierung während der Schlacht am Halys eine Mondsfinsterniß zu, die in der Gegend des Kampfplatzes total gewesen; und aus dieser Angabe berechnet man mit großer Zuverlässigkeit, daß die Schlacht an keinem andern Tage, als am 30. September des Jahres 610 v. Chr. vorgefallen sey. Thales soll diese Finsterniß gleichfalls vorausgesagt haben.

So viel von den genaueren und den Beobachtungen der Alten überhaupt, die wir nun in der nächsten Stunde in ein System bringen wollen.

Vierte Vorlesung.

Das Ptolemäische Sonnensystem oder einfache Erklärung der himmlischen Erscheinungen.

Fassen wir nun, Hochverehrte, das Alles, was wir in dem Vorhergehenden vom Himmel und seinen Welten kennen gelernt haben, zusammen und suchen es in ein System zu bringen, so ergibt sich davon folgende Ansicht, wie sie der griechische Astronom Ptolemäus (130 n. Chr.), dessen Namen sie deßhalb auch trägt, aufgestellt und in seinem Werke: *Μεγάλη σύνταξις* (Große Construction) oder Almagest, wie es die Araber nennen, uns aufbewahrt hat: (Fig. 3.)

Ptolemäisches Sonnensystem.

Ruhig und fest steht unsere Erde in der Mitte der großen Himmelskugel, die sich täglich mit Sonne, Mond und dem großen Heer der Sterne um unsere Erde in der Richtung von Ost gegen West herumdreht, jedoch so, daß die Punkte, um welche diese Bewegung erfolgt, nicht an ein und derselben Stelle des Himmels verbleiben. Die nächste Umgebung der Erde bilden der Reihe nach der Mond, Merkur, Venus, die Sonne, Mars, Jupiter und Saturn, welche außer jener täglichen Bewegung mit dem ganzen Himmel von Ost nach West noch eine eigene zweite, ersterer entgegengesetzte, besitzen und innerhalb einer bestimmten Zeit von West nach Ost um die Erde als gemeinschaftlichen Mittelpunkt sich bewegen, und zwar Sonne und Mond in excentrischen Kreisen, die übrigen Planeten in Epicykeln. Die Sonne ist die Quelle des Lichts sowohl für die Erde, als die übrigen Planeten.

In einzelnen Theilen wurde dieses System schon lange vor Ptolemäus als richtig erkannt, und so sollen z. B. die Griechen bereits zu Aristoteles Zeit (350 v. Chr.) die Bewegung der Planeten in Epicykeln gelehrt haben; der eigentliche Urheber desselben ist aber Hipparch und Ptolemäus hat dessen aufgestellte Theorie bloß bestätigt, entwickelt und in einzelnen Theilen weiter ausgeführt. Dabei dachte man sich jeden Planeten, so wie die Fixsterne, mit einer besonderen durchscheinenden Sphäre von Krystall in Verbindung, und auch die weiten Zwischenräume, welche diese Sphären von einander trennen, aus einer soliden, durchsichtigen Masse bestehend, zwischen welchen jene Krystallsphären als eben so viele Kugelschalen von einer vorhandenen Urkraft in Bewegung gesetzt würden. Ist auch letztere Annahme mit Recht für etwas unglaublich und monströs zu halten, so gibt doch das System im Allgemeinen die einleuchtendste, jedermann sich gleichsam von selbst darbietende Erklärung der himmlischen Erscheinungen.

Sehen wir nun, wie alle bisher gemachten Beobachtungen am Himmel, was besonders von den genaueren herauszuheben ist, in diesem Systeme ihre genügende Erklärung finden.

Durch die Annahme der Bewegung der Sonne und des Mondes in excentrischen Kreisen erklärt sich sowohl der bald schnellere, bald langsamere Lauf, als auch die verschiedene scheinbare Größe beider Himmelskörper; denn da die Erde sich nicht im Mittelpunkte der Bahn befindet, so muß selbst bei gleichförmiger Bewegung der um sie kreisende Himmelskörper offenbar in den Punkten, wo er der Erde am nächsten steht, sich schneller zu bewegen und von größerer Gestalt zu seyn scheinen, als es in größerer Entfernung der Fall ist.

Zur Erklärung der Bewegungen der andern Planeten reichten die excentrischen Kreise nicht hin, wohl aber jene krummen Linien, die man Epicykeln nennt und die man näher kennen lernt, wenn man sich vorstellt, der Mittelpunkt eines Rades kreise gleichförmig um einen anderen Punkt als Centrum und das Rad bewege sich

dabei um seinen eigenen Mittelpunkt in derselben Richtung herum. Die krumme Linie, die dabei ein Punkt des Radumfangs, z. B. ein Nagel beschreibt, heißt Epicykel.

Denkt man sich nun an die Stelle dieses Nagels einen Planeten, z. B. den Jupiter, und die Ebene des Rades, dessen Mittelpunkt sich um die Erde vorwärts (von West gen Ost) bewegt, während sich das Rad in derselben Richtung um seinen eigenen Mittelpunkt dreht und so den am Umkreis befestigten Planeten mit sich fortführt, nahe durch die Erde gehend, so wird es sich treffen müssen, daß die Bewegung des Nagels an manchen Stellen der Bewegung des Mittelpunkts um die Erde entgegenwirkt und sie zuweilen sogar gänzlich aufhebt, wo dann der Planet am Himmel stillstehend erscheint, bald aber auch diese Bewegung selbst übertrifft, in Folge dessen der Planet sich in seiner Bahn sogar rückwärts (von Ost gen West) zu bewegen scheint. Die brennende Lampe in der Hand eines Knaben, der auf einem Carrossel reitet, das auf dem Verdecke eines schnell im Kreise sich bewegenden Dampfschiffes angebracht ist, möchte uns von der Ferne aus betrachtet dieselben Erscheinungen gewähren, so daß wir das Licht bald vor- bald rückwärts, bald gar nicht sich bewegend erblicken.

Das Zurückweichen der Aequinoctialpunkte erklärt sich dadurch, daß die Bewegung des Himmels nicht stets um denselben Punkt des Himmels erfolgt, sondern dieser Punkt sich um den ruhenden Pol der Ekliptik gegen die Ordnung der Zeichen, d. h. von Ost nach West kreisförmig herumbewegt, wodurch der Aequator, der ja mit dem Pole unzertrennlich verbunden ist, auf der ruhenden Ekliptik rückwärts schreitet. Eine nähere Erklärung dieser Erscheinung werden wir erst in der Folge noch kennen lernen.

Die Sonne, als Quelle des Lichts, verursacht nicht nur die verschiedenen Phasen des Mondes, sondern auch die oben erwähnten Finsternisse. In ersterer Beziehung mußte man wohl

schon sehr frühe erkennen, daß diese regelmäßig wiederkehrenden Lichtgestalten Folgen des verschiedenen Standes des Monds zur Sonne und Erde seyen, daß keineswegs der Mond alle Monate neu entstehe, noch diese Abwechslungen sich auf ihm selbst erzeugen, indem er nach der Ansicht der Chaldäer eine halb feurige, halb dunkle Kugel ist, sondern daß der Mond ein an und für sich dunkler Körper sey, der das Licht, in welchem wir ihn erblicken, und von dem er bald mehr, bald weniger auf unsere Erde zurückstrahlt, von der Sonne erhält. Von einer Kugel, als welche man sich den Mond vorzustellen hat, kann nie mehr als die Hälfte beschienen werden, und zwar wird stets die der Sonne zugekehrte halbe Mondskugel von ihr beleuchtet und die andere bleibt dunkel. In Bezug auf uns Erdbewohner ist nun von dieser erleuchteten Halbkugel nur so viel sichtbar, als eben davon in die uns zugekehrte Mondhälfte zu liegen kommt, so daß also von der Stellung der Grenzfläche zwischen der hellen und dunkeln Hälfte gegen unser Auge die verschiedenen Mondphasen abhängen.

Nehmen wir nun an, in T (Fig. 4) befinde sich die Erde, der Kreis 1, 2, 3 ꝛc. stelle die Bahn des Mondes vor und von der in der Richtung TS befindlichen Sonne giengen lauter parallele Strahlen aus. Steht der Mond mit der Sonne nach ein und derselben Gegend des Himmels hin, wie in 1, so fällt von der von der Sonne beschienenen Hälfte abc und von der uns sichtbaren adb kein Stück zusammen und wir sehen vom Monde gar nichts, haben Neumond, es sey denn, daß er sich gerade zwischen uns und der Erde befindet, wo seine Scheibe sich ganz oder theilweise vor die Sonne hinstellt und uns das Sonnenlicht entzieht, eine Sonnenfinsterniß verursacht. Läge die Bahn des Mondes mit der unserer Sonne in derselben Ebene, so würde eine solche Finsterniß jederzeit Statt finden, sobald beide Himmelskörper nach derselben Gegend des Himmels hin sich befänden. Nun aber dieß nicht der Fall und die Mondsbahn gegen die Sonnenbahn etwas geneigt ist, so treten diese Finsternisse nur zuweilen ein, und der Mond

steht gewöhnlich in der von der Erde aus nach der Sonne gezogenen Linie etwas oberhalb oder unterhalb, so daß er das Sonnenlicht unbeschadet zu uns gelangen läßt.

Hat sich der Mond von der Sonne um einen halben rechten Winkel entfernt, steht in 2, so fällt von der beleuchteten Halbkugel acb das Stück b2e in die uns sichtbare Seite dbe, so daß, da wir es mit keinem Kreise, sondern einer Kugel zu thun haben, wir einen keilförmigen Kugelausschnitt an seiner krummen Oberfläche beleuchtet sehen. Die eine Kreisebene dieses Ausschnitts, die durch e geht, steht auf unserer Gesichtslinie T2 genau senkrecht und wir sehen deßhalb ihre Begrenzung als vollkommenen Halbkreis; die andere durch b hindurchgehende macht aber mit unserer Gesichtslinie T2 einen spitzigen Winkel und eine Folge davon ist, daß sich ihre Begrenzung nicht als ein vollkommener Halbkreis, sondern mehr als ein breit gedrückter Halbkreis darstellt, der Mond außen mehr als innen gekrümmt erscheint, sich sichelförmig zeigt, im Wachsen oder Zunehmen sich befindet.

Beträgt die Entfernung des Monds von der Sonne den vierten Theil eines Kreises, wie in 3, so sehen wir die Hälfte der beleuchteten Halbkugel, die sich uns als vollkommener Halbkreis darstellt. Erstes Viertel. Bei noch größerer Entfernung, wie in 4, fällt ein noch größerer Theil der beleuchteten Halbkugel abc mit der unsichtbaren dbe, nämlich der Ausschnitt d4b, zusammen, und wir sehen den Mond auf beiden Seiten nach Außen gekrümmt, nach der einen, der Sonne zugewandten Seite vollkommen kreisförmig, nach der andern mehr nach Art der in die Länge gezogenen oder zusammengedrückten Kreise. Ist endlich der Mond um 180 Grad von der Sonne entfernt und steht ihr gerade gegenüber, so fallen die beleuchtete und die uns sichtbare Halbkugel zusammen und wir sehen den Mond als vollkommene Scheibe (Vollmond), falls er nicht mit der Erde und Sonne genau in derselben Linie steht, wo alsdann die Erde ihren Schatten

auf ihn werfen und ihn theilweise oder ganz verfinstern würde. (Mondsfinsterniß.)

In den Stellungen 6, 7, 8 des Mondes zur Erde und Sonne, wo er abnimmt, zeigt er dieselben Phasen, wie in 4, 3, 2; die kreisförmig gewölbte Seite ist der Sonne zugekehrt, der er sich wieder nähert, was bewirkt, daß der Mond an der rechten Seite abnimmt, während er in den Stellungen 2, 3, 4 an der linken zunahm und in der Stellung 7 (Letztes Viertel) als Halbkreis sich zeigt, dessen Krümmung nach Osten zu liegt. Man darf nur eine halb schwarz und halb weiß angestrichene Kugel so um sich herum tragen lassen, daß ihre weiße Seite, welche die beleuchtete Hälfte vorstellt, stets dem nämlichen Fenster, das die Sonne vorstellen mag, zugekehrt ist, so wird man die verschiedenen Lichtgestalten des Mondes sehr deutlich erhalten.

Von 1 bis 5 wächst der Mond, von 5 bis 1 nimmt er ab; ob aber Ersteres oder Letzteres der Fall sei, ergiebt sich aus der Bemerkung, daß der Mond beim Zunehmen die erleuchtete Seite zur Rechten des Beobachters hat, und beim Abnehmen zur Linken. Daher die alte Regel: Greift man mit der rechten Hand in den erleuchteten Theil, so wächst der Mond; thut man es mit der linken, so nimmt er ab; oder auch: der wachsende Mond hat Bezugs der erleuchteten Wölbung die Gestalt der rechten, der abnehmende die der linken Hand. Dieser Regeln gibt es noch mehrere: nimmt der Mond zu, so hat er die Form eines Theil vom Buchstaben 3 (Zunehmen), nimmt er ab, die von a (Abnehmen); die Lateiner sagen: Luna est mendax (der Mond lügt), denn wenn er wächst (crescit), bildet er ein D (decrescit nimmt ab), wenn er abnimmt, (decrescit) bildet er ein C (crescit wächst). Die Punkte 1 und 5 nennt man die Syzygien (συζυγια die Verknüpfung) und zwar sagt man, im Punkte 1 befindet sich der Mond mit der Sonne in Opposition, weil die Erde zwischen beiden liegt, was durch das Zeichen ☍ angedeutet wird, und im Punkte 5 befinden sich Mond und Sonne in Conjunction, weil sie auf ein

und derselben Seite der Erde liegen, was man mit ☌ bezeichnet. Erstes und letztes Viertel heißt man die Quadraturen des Mondes, wofür das Zeichen □ gesetzt wird, und die 4 Stellungen desselben zwischen den Syzygien und den Quadraturen, Octanten.

Bezugs der Reihenfolge, in welcher man die verschiedenen Himmelskörper um die Erde sich bewegen ließ, mochte man die größte Nähe des Mondes an der Erde einmal schon daraus vermuthen, weil er in der kürzesten Zeit seine Bahn um sie beschreibt; dann aber daraus erkennen, daß er die Sonne, die übrigen Planeten und viele Fixsterne nicht selten unserem Blicke entzieht, indem er zwischen dieselben und unserer Erde seine Stelle einnimmt. Ersteres, nämlich die Zeit, innerhalb welcher die Bewegung um die Erde geschieht, mag auch die Reihenfolge der andern Planeten im Ptolemäischen System bestimmt haben, da die Vorübergänge des Merkurs und der Venus vor der Sonnenscheibe, so wie die Bedeckungen der äußeren Planeten Mars, Jupiter und Saturn durch die Sonne nur dem bewaffneten Auge zu beobachten möglich. Nun braucht der Mond zur Vollendung eines Umlaufs am Himmel c. 27 Tage, Merkur 88 Tage, Venus 224 Tage, die Sonne 1 Jahr, Mars 1 Jahr 322 Tage, Jupiter 11 Jahr 314 Tage, Saturn 29 Jahr 167 Tage; nach dieser Ordnung ließ man auch die Planeten um die Erde sich bewegen, und legte jedem nach der Geschwindigkeit, die ihm zukam, auch einen eigenen Charakter, eine ihm ausschließend zukommende Eigenschaft bei. So wurde Saturn mit einer kalten, trägen Natur begabt; der schneller sich bewegende Jupiter galt für ein gemäßigter, Mars für ein feurig lebhafter Körper u. s. w. Kehrt man die Ordnung um, indem man mit den von der Erde entferntesten anfängt: Saturn, Jupiter, Mars, Sonne, Venus, Merkur und Mond, so bemerken wir, daß die Planeten die deutlichen Spuren einer der ältesten unserer Zeiteintheilungen, die „der Woche" (vom gothischen Wik, Ordnung, regelmäßiger

Wechsel) an sich tragen. Man nahm nämlich an, die sieben damals bekannten Planeten beherrschen in obiger Reihenfolge die 24 Stunden des Tags, und wem die erste Stunde desselben zufällt, derselbe ist Herr des Tags. Mit dem Sabbath fängt die Woche an; die erste Stunde regierte Saturn, daher dem Samstag der Name **dies Saturni** mit dem Zeichen ♄ zukommt, die zweite Stunde beherrschte Jupiter, die dritte Mars u. s. w. Die fünf und zwanzigste Stunde, oder die erste Stunde des zweiten Tags der Woche und folglich der ganze Tag fällt der Sonne zum Beherrschen anheim, daher Sonntag, **dies Solis** mit dem Zeichen ☉ u. s. w., so daß man der Reihe nach erhält:

Sonntag,	Montag,	Dinstag,	Mittwoch,	Donnerstag,	Freitag,
☉	☾	♂	☿	♃	♀
Dies Solis,	**Lunae,**	**Martis,**	**Mercurii,**	**Jovis,**	**Veneris,**

Samstag
♄
Saturni.

(Der Name **Dinstag** kommt von Odin oder Wodan, dem Kriegsgotte der Deutschen her. **Donnerstag**, von dem altdeutschen Gott Donar, der mit Thor gleichbedeutend ist, und den die Römer für Jupiter hielten. **Freitag**, von **Freya**, der Venus der alten Deutschen. **Samstag**, **Saterstag** von **Sater**, **Saturn**, dem Gotte der Zeit). Aber auch mit den den Alten bekannten 7 Metallen waren die Wochentage in Harmonie gesetzt und hatten mit diesen gemeinschaftliche Zeichen, nämlich das Zeichen ☉ des Sonntags bezeichnet Gold, ☾ Silber, ♂ Eisen, ☿ Quecksilber, ♃ Zinn, ♀ Kupfer, ♄ Blei.

Was nun unsere Erde, den Mittelpunkt des ganzen Weltalls nach dem Ptolemäischen Systeme, näher betrifft, so beschäftigte man sich schon frühe mit der Ermittelung ihrer Gestalt und Größe, trug dann auf sie die Lehre von der Sphäre über, die man An-

fangs bloß für den Himmel angewendet hatte und durch welche eine weitere Eintheilung nach Zonen, Sphären, Klimanten, so wie der Erdbewohner nach ihrer gegenseitigen Lage und nach ihrem Schatten hervorgerufen wurde, und suchte ihre Entfernung von der Sonne annähernd zu berechnen.

Die älteste Vorstellung von der Gestalt der Erde mag wohl im Allgemeinen die einer weit ausgedehnten Kreisebene gewesen seyn, wie sich dieselbe auf dem ersten Anblicke uns darstellt; und die Geschichte lehrt auch, daß man wirklich in dem Zeitalter Homers (950 v. Ch.) und einige Jahrhunderte nach ihm die Erde als eine runde, teller- oder schüsselförmige, feststehende Scheibe betrachtete, welche rings vom Ocean umgeben sey, der ohne Anfang und Ende ruhig und gleichförmig fortfließe, stets wieder in sich zurückkehre und in dem die Sonne, deren Zischen man dabei vernommen, untertauche, um während der Nacht durch die nördliche Hälfte der Erde zum Aufgangspunkte zurück zu kehren. In der Mitte der Scheibe glaubte man liege das Festland von Hellas, für dessen Mittelpunkt man früher den hohen, stets von Wolken umhüllten Berg Olymp, den Sitz der Götter, später Delphi hielt, wo die Pythia weissagte. Ueber der Erdscheibe wölbt sich gleich einem Dome der eherne (feste, unvergängliche) Himmel, der im Westen auf den Säulen des Atlas ruht, während unterhalb der Erde, eben so weit von ihr entfernt, wie der Himmel über ihr, eine ähnliche Wölbung nach der Erdscheibe herauf, eine Art von Gegenhimmel, den Tortarus enthält. Auch die alten Hebräer dachten sich die Erde als eine runde Scheibe, welche vom Meere umflossen und vom Himmelszelte wie von einem dünnen Felle bedeckt werde, und selbst der spätere Weltweise Thales nahm die Erde als runde Scheibe an, die vom kugelförmigen Himmelsgewölbe wie der Dotter eines Eies von der Schaale eingeschlossen und vom Wasser getragen werde.

Aber auch andere Vorstellungen von der Gestalt der Erde

finden wir vor. So lehrten die Chaldäer, die Erde sey einem auf dem Oceane schwimmenden Schiffe ähnlich; Anaximander schrieb ihr die Form einer Säule mit platter Oberfläche, die allein bewohnt ist, zu, und Kleantes einer unterwärts gekehrten Pyramide, Leucipp einer Glocke oder Walze, Anaximenes einer runden Tischplatte, die auf der durch sie zusammen gepreßten Luft der unteren Halbkugel des Himmels ruhe; Xenophanes gab ihr Wurzeln, die sich ins Unendliche erstreckten, zur Unterstützung; die Indier aber meinten gar, die Erde ruhe auf 4 Elephanten, die sich nach den 4 Himmelsgegenden wendeten. Diese selbst ruhten auf einer ungeheuren Schildkröte und das Ganze werde von der Weltschlange, dem Bilde der Ewigkeit, umgeben. Und so ungereimt auch diese Vorstellungsarten waren, sie erhielten sich doch lange Zeit. Denn wenn auch Pythagoras (540 v. Ch.) den Satz aufstellte, daß die Erde eine Kugel sey, so that er es doch, ohne Beweise dafür anzuführen; und erst zwei Jahrhunderte später, bei Aristoteles, findet man diese Lehre schon so bestimmt ausgedrückt, daß man ihn für den ersten Begründer derselben ansehen kann. Die Beweise, die nun sowohl er, als spätere Forscher dafür anführten, waren folgende:

1) Wo wir uns auch auf der Erde befinden, hauptsächlich aber auf dem Meere, überall erscheint uns dieselbe als runde, kreisförmige Scheibe. Dabei erweitert sich der Horizont nach allen Seiten, wenn man an einem Orte in die Höhe steigt und bleibt dabei immer kreisförmig. Dieß Alles kann nur bei einem Körper der Fall seyn, der eine kugelförmige Gestalt hat, denn nur von einem solchen erscheint jeder Theil der Oberfläche von einem Punkte außerhalb betrachtet, stets kreisförmig, nur bei einer Kugel sind alle Schnitte Kreise.

2) Am Ufer des Meeres, wo man das größte Stück der Erdoberfläche übersehen kann, erblickt man ein aus weiter Ferne herbei kommendes Schiff nicht sogleich in seiner ganzen Gestalt und Größe, sondern zuerst bloß die höchsten Theile desselben, seine

Flaggen, dann die Mastkörbe, später die Masten selbst und das Segelwerk und endlich den Schiffskörper. Je näher es kommt, um so mehr werden auch seine unteren Theile sichtbar, bis man endlich das ganze Bild davon erhält, Fig. 5. Eben so sieht der Pilot bei seiner Annäherung an das feste Land zuerst die Berge, die Spitzen der Thürme und erst allmählig kommen ihm die tiefer liegenden Theile zu Gesicht. Dieselbe Erscheinung zeigt sich umgekehrt, wenn wir ein Schiff von uns wegsegeln sehen, oder wenn wir uns zur See vom Lande entfernen. Zuerst sehen wir im ersten Falle die unteren Schiffstheile verschwinden, dann das Segelwerk und erst zuletzt die Flaggen. Und gerade so ergeht es uns im zweiten mit den Mauern der Städte, deren Thürmen und den Bergen des Landes überhaupt. Wäre nun das Meer eine horizontale Fläche, als welche es anfänglich erscheint, so würden wir vom Ufer aus gleich Anfangs das ganze Schiff, wenn auch wegen der größeren Entfernung nur von geringerer Größe, als in der Nähe, herankommen und verschwinden sehen; so aber läßt sich diese Erscheinung bloß aus einer bogenförmigen Krümmung des Meeres, und weil man mit den Gipfeln hoher Berge und den Spitzen hoher Thürme, von großen Ebenen aus betrachtet, dieselben Beobachtungen macht, aus einer gleichen Krümmung auch des Festlandes erklären. Es müßten, wenn solches eben wäre, die Berge von nur 6000 Fuß Höhe noch über 800 Meilen weit sichtbar seyn, da der Winkel, unter den wir sie in dieser Entfernung sehen würden, noch größer als eine Minute wäre, was ja keineswegs der Fall.

3) Ein gegen Norden Reisender macht nach längerer Zeit die Erfahrung, daß am nördlichen Horizont stets mehr Sterne sichtbar werden, die er früher nicht sah, und dagegen am südlichen Horizont von den früher gesehenen stets mehr verschwinden. Die nördlichen Sternbilder rücken dabei immer näher an das Zenith des Beobachters herauf, während die südlichen stets eine geringere Höhe über dem Horizont erhalten.

Die umgekehrte Erscheinung bietet sich den gegen Süden Reisenden dar, und beide lassen sich nur durch eine wenigstens bogenförmig gekrümmte Gestalt der Erdoberfläche von Nord gegen Süd erklären.

Denn wäre die Erde eine Ebene mn (Fig. 6.) so würden wir nicht nur stets ein und dieselben Sterne sehen, wie weit wir auch unsere Reisen auf derselben ausdehnen möchten, sondern wir müßten auch, um z. B. von zwei verschiedenen Sternen den einen nach dem anderen über unseren Scheitel zu bringen, den ganzen Weg auf der Erde durchwandern, um welche die von ihnen aus auf die Ebene gefällten Perpendikel von einander entfernt sind. Diese betrüge bei zwei Sternen (Fig. 6.) a und b, die in einer Entfernung von einer Billion Meilen nur um 1° am Himmel oder den doppelten Durchmesser des Vollmondes von einander abstehen, nicht weniger als 17000 Millionen Meilen. Um diese Strecke müßte man von m nach o sich entfernen, um den Stern b über den Scheitel zu bekommen, der in m um einen Grad davon abstand. Da dem aber nicht so ist, und schon bei einer Reise von wenig Tagen andere Sterne in unserem Zenith sich befinden, so läßt sich dieß bloß durch die Annahme einer kugelförmigen Fläche, auf welcher man die Reise macht, erklären. In dem angeführten Falle braucht man bloß von m nach i zu gehen, um die zwei Sterne nach einander ins Zenith zu bekommen.

Der Beobachter behält nämlich auf der Erdoberfläche stets einen senkrechten Stand; der Wanderer bleibt auf einer Kugel allemal in einem verlängerten Halbmesser, d. h. die von seinem Haupte nach den Füßen gezogene gerade Linie geht verlängert durch den Mittelpunkt der Erde, und sein Zenith bestimmt sich demnach durch den vom Erdmittelpunkte aus durch seinen jedesmaligen Standort hindurch gehenden, bis an die Himmelskugel verlängerten Erdhalbmesser. Je weiter nun die Himmelskörper von uns

entfernt sind und je mehr gekrümmt die Curve ist, auf der wir uns bewegen, um so kleiner braucht die Entfernung in einem solchen von Süd nach Nord gezogenen Bogen unserer Erde zu seyn, welche hinreicht, zwei verschiedene, an der Himmelskugel weit von einander abstehende Sterne nach einander über unseren Scheitel zu bringen.

4) Aber nicht allein von Nord nach Süd ist unsere Erde bogenförmig gekrümmt, sondern auch von Ost nach West, und kann demnach keine andere als kugelförmige Gestalt (die in Nro. 3 angeführten Erscheinungen hätten sich auch aus einer walzenförmigen erklären lassen) haben. Gesetzt nämlich, die Erde sey eine Ebene, so müßte die aufgehende Sonne, so wie der aufgehende Mond sie ganz mit einem Male bescheinen, wie ein unter einem Tische hervorgebrachtes Licht die Tischplatte von einem Ende bis zum andern plötzlich beleuchtet. Da nun aber den ostwärts von uns Wohnenden die Sonne und der Mond früher, den westwärts Wohnenden später als uns aufgeht, und die Erdoberfläche nicht mit einem Male, sondern nur nach und nach erleuchtet wird, so muß die Erde selbst in der Richtung von Ost nach West bogenförmig gekrümmt seyn, weil nur bei einem dergestalt geformten Körper die angeführten Erscheinungen eintreten.

5) Eine Mondsfinsterniß entsteht, wenn die Erde zwischen Sonne und Mond zu stehen kommt und ihren Schatten auf die Mondscheibe wirft. Dieser Schatten ist nun in allen Stellungen der erleuchteten Sonne gegen die Erde stets rund, und kann deßhalb weder von einem kreisförmigen, noch eirunden, walzen- oder kegelförmigen, sondern nur von einem kugelförmigen Körper ausgehen.

Nachdem nun aus den so eben angeführten Gründen die Gestalt der Erde als kugelförmig angenommen war, so unternahm man es auch bald, unter dieser Voraussetzung ihre Größe zu bestimmen. Schon sehr frühe hatten die Chaldäer behauptet, daß ein Mann den Umfang der ganzen Erde binnen einem Jahre zurücklegen würde. Allein dieß war bloß eine auf Nichts gegrün-

dete Sage. Der Versuch des Eratosthenes aber (250 v. Chr.), diese Aufgabe zu lösen, beruhte auf vollkommen richtigen Gründen.

Wie schon bemerkt, trug man nämlich die Lehre von der Sphäre, die man Anfangs nur für den Himmel gebraucht hatte, seit dem Alexandrinischen Zeitalter auch auf die kugelförmige Erde über, und so wurde deren Oberfläche durch verschiedene, imaginäre Kreise in eine Art von Eintheilung gebracht. Genau senkrecht unter den Polen des Himmels dachte man sich die Pole der Erde liegend, und von dem einen dieser zum anderen lauter größte Halbkreise, sogenannte Erd-Meridiane, deren Durchmesser die Erdachse ist, gezogen, welche mit den Declinationskreisen des Himmels concentrisch sind. Man zog diese Meridiane Anfangs in willkührlichen Entfernungen von einander, bloß mit Hinsicht auf wichtige Orte, die sie durchschnitten, wie z. B. einen Meridian durch die Säulen des Hercules, durch Karthago, durch die kanopische Nilmündung bei Alexandrien, durch die Meerenge von Sicilien u. s. w. Erst Ptolemäus zog die Meridiane in gleichmäßigen Entfernungen von 5 zu 5 Graden und bestimmte den ersten westlicher, als die früheren Geographen, nämlich durch die glücklichen oder canarischen Inseln. Eben so dachte man sich senkrecht unter dem größten, von den beiden Polen gleich weit abstehenden Kreis der Himmelskugel, dem Himmelsäquator, einen gleichfalls größten Kreis, den Erdäquator, um die Erde sich herumziehend und mit diesem lauter gleichlaufende, nach den Polen zu stets abnehmende Kreise, sogenannte Parallelkreise, die den Tagskreisen der Sterne entsprechen. Unter diesen befinden sich die Wendekreise des Krebses und des Steinbocks, wie jene des Himmels um 23½° vom Himmelsäquator, so um dieselbe Distanz vom Erdäquator entfernt, und die Polarkreise, die man sich um 23½° von jedem der Pol entfernt mit dem Aequator parallel durch die beiden Pole der Ekliptik gezogen denkt. Zwischen dem Aequator und den Wendekreisen zog man ferner mit Berücksichtigung gewisser wichtiger Orte, die sie durchschneiden,

noch mehrere andere solche Parallelen, gleichfalls aber in ungleichen Distanzen, die selbst Ptolemäus auf seinen Charten, den vollendetsten, welche das Alterthum kannte, beibehielt.

Vermöge dieser auf der Erde gezogen gedachter krummer Linien, nämlich den Erdmeridianen und den Parallelkreisen, war es nun den Alten schon möglich, die Lage eines Orts der Erde näher zu bestimmen, indem man nämlich einmal angab, in welchem Parallelkreise der nördlichen oder südlichen Halbkugel, deren Zählung vom Aequator an beginnt, der fragliche Ort liegt, und im wie vielsten der 360 Meridiane von einem als ersten angenommen dieß gleichfalls der Fall ist. Man versteht unter der ersteren Lagebestimmung eines Orts dessen geographische Breite, unter letzterer seine geographische Länge, welche Bezeichnung nach Länge und Breite sich übrigens von der Ansicht der Alten (Herodot, Democrit) herschreibt, daß der Durchmesser der Erdscheibe von Morgen nach Abend größer als von Mittag nach Mitternacht sey, weil das in der Richtung von Ost gen West bekannte Land eine größere Ausdehnung, als in der von Nord nach Süd hatte. Bei dieser Eintheilung der Erde mußte es sich nun treffen, daß zwei und mehrere Orte in einem und demselben Erdmeridiane lagen, gleiche Länge und deßhalb zu derselben Zeit Mittag und überhaupt gleiche Zeitrechnung hatten. Dieß bemerkte Eratosthenes von den beiden Städten Syene und Alexandrien in Oberegypten und machte die weitere Bemerkung, daß, weil am Tage der Sonnenwende in ersterer Stadt alle senkrechten Gegenstände keinen Schatten mehr warfen und ein tiefer Brunnen bis auf seinen Boden von der Sonne beschienen wurde, Syene unter dem nördlichen Wendekreis und Alexandrien um 7⅕° nördlich davon entfernt lag, da an denselben Tagen der Sonnenwende um die Zeit des Mittags die Sonne daselbst um eben so viel Grade vom Zenith südlich abstand.

Jeder Beobachter, bemerkten wir schon früher, behält auf der Erde stets einen senkrechten Stand, d. h. sein Zenith

wird stets durch den vom Mittelpunkt der Erde durch seinen Standort hindurch gehenden, bis an die Himmelskugel verlängerten Erdhalbmesser bestimmt. Steht ihm nun ein Stern gerade in Zenith und er bewegt sich in der Richtung eines Erdmeridians nordwärts, so entfernt sich der Stern genau um so viel Grade gen Süden von seinem Zenith, als er Grade vom Erdmeridiane nach Norden zurückgelegt hat.

Die Entfernung beider um $7^1/_5°$ von einander abliegenden Städte wurde nun von den königlichen Straßenauffsehern zu 5000 Stadien bestimmt, und hieraus der Umfang der Erde zu 250000 und der Erdhalbmesser zu 40000 Stadien von Eratosthenes berechnet. Aristoteles, der ein Jahrhundert vor Eratosthenes lebte, sagt, daß die Geometer den Umkreis der Erde zu 400000 Stadien angegeben haben, und Hipparch, 150 Jahre nach Eratosthenes, war der Ansicht, daß das Resultat des Letztern um seinen zehnten Theil vergrößert, also der Umfang der Erde auf 275000 Stadien gebracht werden sollte. Einen späteren Versuch, die Größe der Erde zu bestimmen, machte Posidonius (50 v. Chr.), indem er den Bogen zwischen Rhodus und Alexandrien maß und daraus den Umkreis der Erde zu 240000 Stadien ableitete. Allein wir können diese Messungen alle nicht als genau betrachten, da wahrscheinlich weder auf die Bestimmung des Bogens am Himmel, noch auf die der terrestrischen Entfernung die dazu erforderliche Sorgfalt verwendet worden, und noch überdieß die Größe des dabei angewendeten Stadiums nicht genau bekannt ist. Das Stadium betrug nämlich die Länge der Olympischen Rennbahn. Diese existirt aber nicht mehr und andere noch vorhandene Rennbahnen haben verschiedenes Maaß. Genauer erst werden diese Messungen und Berechnungen von den Arabern, den vorzüglichsten Bebauern des Feldes der Astronomie im Mittelalter, angestellt. So ließ 827 n. Chr. der Chalife Al-Mamon, Sohn Alraschids, in den Ebenen von Sindgar in Mesopotamien durch zwei Gesell-

schaften von Mathematikern zwei Meridiangrade messen, wornach die Länge des Grads zu 56 bis 57 arabischen Meilen, d. i. zu 14 bis 15 geographischen Meilen gefunden wurde, ein Resultat, das im Vergleich mit den neuesten Messungen über Erwarten genau ausfiel.

Wie ungenau aber auch die frühern Messungen seyn mochten, so legten sie der Erde doch eine solche bedeutende Größe zu, daß man die Unebenheiten ihrer Oberfläche als auf ihre Gestalt keinen wesentlichen Einfluß ausübend betrachten zu können glaubte.

Waren es die gleich großen Grade der Erdmeridiane, die uns die Größe der Erde finden lehrten, so sind die zweite Art der auf der Erde gezogen gedachten Kreise, die Parallelkreise, nicht minder wichtig, da auf sie weitere Eintheilungen der Erdoberfläche nicht bloß, sondern auch ihrer Bewohner sich gründen. Durch die vorhin genannten Parallelkreise dachte man sich nämlich mit Rücksicht auf den Sonnenlauf und die davon abhängende größere oder geringere Erwärmung des Erdbodens die Erdoberfläche in verschiedene Zonen abgetheilt und zwar in die heiße Zone zwischen den beiden Wendekreisen, die beiden gemäßigten zwischen den Wende- und Polarkreisen und die beiden kalten zwischen letzteren und den Polen. Den mittelsten Streifen der heißen Zone hielten die Alten wegen der überaus großen Sonnenhitze für unbewohnt, so wie sie auch glaubten, daß die in den kalten Zonen herrschende große Kälte allem Leben feindlich entgegen wirke.

Auf diese verschiedenen Zonen gründete sich auch der Unterschied, den man hinsichtlich des Schattens unter ihren Bewohnern machte, den sie werfen, wenn sie von der Mittagssonne beschienen werden. Die Bewohner der heißen Zone sind sowohl Unschattige als Zweischattige, weil jedem die Sonne zweimal während eines Jahres genau über dem Scheitel steht, er also keinen Schatten wirft, außerdem aber die Sonne sich bald nach Norden, bald nach Süden hin entfernt davon befindet, er mithin auch bald

nach Süd, bald nach Nord seinen Schatten wirft. Umschattige, oder ihren Schatten nach allen Seiten rings herum werfend werden die Bewohner der beiden kalten Zonen genannt, so wie Einschattige, oder ihren Schatten entweder nach Nord oder nach Süd werfend, die der beiden gemäßigten, da sie die Mittagssonne stets nur nach einer Seite hin sehen und deßhalb ihren Schatten das ganze Jahr hindurch ebenfalls nur nach einer Seite hin werfen.

Ferner bestimmte man nach den verschiedenen Parallelen und Breitengraden auch verschiedene Klimate oder mit dem Aequator parallel laufende Erdgürtel, worin die Dauer des längsten Tages um eine bestimmte Zeit verschieden ist. Hipparch bestimmte die Klimate von 11 verschiedenen Breitenstrichen; das vollständigste Klimatenverzeichniß aber lieferte Ptolemäus, der in seinem Almageste nicht weniger als 38 dergleichen Klimate aufzählt. Natürlich sprechen aber beide von diesen Klimaten blos mit Rücksicht auf die nördliche Hemisphäre, da ihnen die südliche völlig unbekannt war; nichts desto weniger nahmen sie aber auch auf der anderen Halbkugel dieselben Klimate an, da schon Mehrere der Alten daselbst einen unserer Erdinsel ähnlichen Kontinent voraussetzten. In dieser Voraussetzung soll auch schon Pythagoras von Antipoden oder Gegenfüßlern gesprochen haben, so wie man später auch die Benennungen: Nebenwohner für solche, die mit uns auf derselben Hemisphäre, in demselben Breitenkreis, aber auf einem um 180° entfernten Erdenmeridiane wohnen, und endlich Gegenwohner für solche, die zwar auf demselben Erdmeridiane und zwar auf gleich weit vom Aequator entfernten, aber in verschiedenen Hemisphären liegenden Parallelkreisen ihren Wohnsitz haben, aufgeführt findet.

Schließlich ist noch der Unterschied einer dreifachen Sphäre anzuführen, den die Alten schon machten und der sich auf die verschiedene Lage des Horizonts gegen die Himmelskugel gründet. Dachte man sich den Beobachter unter dem Pole, so nannte man

diese Ansicht des Himmels die parallele Sphäre, da ja alle Himmelskörper in mit dem Horizont parallelen Kreisen sich bewegen; dachte man sich ihn aber irgendwo auf dem Erdäquator, so sprach man von einer senkrechten Sphäre, weil alle Sterne in auf den Horizont senkrecht stehenden Bögen ihre Bahn vollenden. In der schiefen Sphäre liegen alle Erdbewohner, welche weder auf dem Pole noch dem Aequator sich befinden, weil sie alle die Gestirne in schiefer Richtung über den Horizont hinauf und herabsteigen sehen.

Von dieser Eintheilung der Oberfläche unserer kugelförmigen Erde wenden wir uns nun zu der Frage, wie die Alten sich von der gegenseitigen Entfernung der Erde, der Sonne und des Mondes Gewißheit zu verschaffen suchten.

Unter der Parallaxe eines Gegenstandes versteht man den Winkel zwischen den Gesichtslinien, die von zwei verschiedenen Punkten nach ihm gezogen sind. Dieser muß um so größer seyn, je weniger weit diese Punkte vom Gegenstand entfernt sind und je größer die Strecke ist, um welche die Punkte von einander abstehen, und die Parallaxe muß um so kleiner werden, je weiter der Gegenstand von den Punkten entfernt ist und je näher diese an einander liegen.

Eine solche Parallaxe war nun bei den Fixsternen, man mochte sie von zwei noch so entfernten Punkten der Erdoberfläche aus betrachten, nicht aufzufinden; die Gesichtslinien, die man nach ihnen zog, liefen alle parallel, was zu dem Schlusse berechtigte, daß die Fixsterne in äußerst bedeutender Entfernung von unserer Erde sich befinden müssen und als fest und unbeweglich zu betrachten sind, so daß sich bleibende Zeichnungen und Charten von ihnen entwerfen lassen. Hipparch kam zuerst auf diesen Gedanken und ihm verdanken wir die Ortsbezeichnung der vorzüglichsten Sterne durch die sogenannten Alignements, indem er immer drei oder mehrere solche Sterne auswählte, die durch eine scheinbare gerade Linie am Himmel unter einander verbunden werden können.

Beim Monde ließ sich auf eine Parallaxe wohl schon daraus schließen, daß die Sonnenfinsternisse nicht aller Orten gleich beobachtet wurden, und man suchte sie für zwei Orte, die bedeutend von einander entfernt in einem und demselben Erdenmeridian liegen, auf folgende Weise zu bestimmen und hieraus die Entfernung des Monds von der Erde zu berechnen: Stellt (Fig. 7) der Kreis ABD einen Erdmeridian vor, von dessen zwei Orten A und B aus der Mond M im concentrischen Himmelsmeridiane KML zu gleicher Zeit culminirend beobachtet wird, so sieht ihn der Beobachter in A beim Sterne f, und der in B beim Sterne g, und der Bogen fg oder der Winkel AMB heißt die Parallaxe des Monds für beide Orte. Da nun die Entfernung der Orte A und B, oder der Bogen AB bekannt ist, so ist damit auch die Größe des Winkels ACB gegeben und das Dreieck ABC vollkommen bestimmt. Nun kommt es vor Allem darauf an, daß jeder der Beobachter genau die Zenithdistanz des Mondes zur Zeit seiner Culmination, oder die Winkel t und u, mißt. Sind diese bekannt, so findet sich die Größe der Winkel p und q im Dreiecke BMA von selbst durch eine leichte Subtraction der Summe t + o und u + n von 180°, und da nun im Dreiecke BMA eine Seite mit den beiden ihr anliegenden Winkeln bekannt ist, so werden die übrigen Stücke desselben, worunter der Parallaxenwinkel AMB, leicht durch Rechnung gefunden. Das Dreieck AMC endlich, in welchem zwei Seiten mit dem eingeschlossenen Winkel bereits bekannt sind, lehrt den Abstand MC des Mondes vom Mittelpunkt der Erde und somit auch seine Entfernung Mw von der Erdoberfläche finden. Und auf diese Weise fand Hipparch den Abstand des Mondes von unsrer Erde zwischen 62 und 72 Erdhalbmessern, etwa um den neunten Theil nach unseren jetzigen Berechnungen zu groß.

Nicht so leicht war es, auch bei der Sonne eine Parallaxe und mit Hilfe dieser ihre Entfernung von der Erde zu ermitteln, und man mußte sich in letzterer Beziehung auf eine andere Weise zu helfen suchen, deren Erfinder A r i s t a r c h (300 v. Chr.) ist.

Wenn, schloß dieser, der Mond zur Zeit seines ersten oder letzten Viertels vollkommen genau zur Hälfte erleuchtet ist, so steht derselbe gerade 90° von der Sonne ab, oder der Winkel SME (Fig. 8), wo S die Sonne, E die Erde und M den Mond bezeichnet, ist ein Rechter. Beobachtet man nun in diesem Augenblicke den Winkel SEM an der Erde, so sind im Dreiecke MSE zwei Winkel bekannt und dadurch das Verhältniß der Seiten EM, ES oder das Verhältniß der Entfernung des Mondes und der Sonne von unserer Erde. Allein so einfach und sinnreich auch diese von Aristarch angegebene Methode ist, so führt sie doch zu keinem richtigen Resultate, wie schon daraus zu ersehen, daß ihr Erfinder die Entfernung der Sonne von der Erde nur 19 mal größer als die des Mondes von der Erde angegeben hat, die doch nach neueren Bestimmungen nicht neunzehn, sondern mehr denn vierhundert mal größer ist. Es ist nämlich sehr schwer, genau die Zeit anzugeben, wenn der Mond vollkommen zur Hälfte beleuchtet, oder wenn die Schattengrenze genau eine gerade Linie ist, und der geringste Fehler in dieser Zeitangabe macht das Verhältniß der beiden Entfernungen sehr unrichtig.

Schließlich wollen wir noch der Ansichten und Meinungen gedenken, welche die Alten, deren Hang zu speculativen Untersuchungen der sie umgebenden Natur schon in sehr frühen Zeiten unserer Weltgeschichte hervortrat, von dem Wesen, der Gestalt, Größe und Entfernung der übrigen Himmelskörper hegten.

Die Sonne hielten wohl Alle für einen an sich leuchtenden und erwärmenden Körper, über dessen Entstehung und Natur jedoch die Ansichten sehr getheilt waren. Einige hielten sie für eine glühende Eisen- oder Steinmasse; andere für einen erd- und bimsteinartigen Körper, in dessen Poren die Strahlen des Aethers hängen blieben und sich concentrirten; ja selbst die Meinung machte sich geltend, der auch wir, wie wir später sehen werden, huldigen: die Sonne sei eben so wenig wie irgend ein anderes Gestirn an sich selbst feuriger, sondern planetenartiger, dunkler

Natur und entzünde nur durch ihre schnelle Bewegung den Aether um sich her. Deßhalb kam man auch bald von der Scheibengestalt, die man ihr Anfangs beilegte, zurück und erkannte ihr, wie der Erde, sphärische Gestalt zu, die nur von Einigen in Zweifel gezogen wurde, welche der Sonne lieber die Gestalt eines hohlen Nachen gaben. Was ihre Größe betrifft, so hielt man sie lange für nicht größer, als sie uns erscheint, als eine Scheibe von etwa 1 Fuß im Durchmesser; dann ließ man sie bis auf Hipparch immer größer werden, der sie für 1050 mal größer als die Erde annahm. Von dieser Höhe sollte sie jedoch bald wieder herabgestürzt werden, denn der Erklärer Hipparchs, der schon mehrmals erwähnte große Astronom Ptolemäus, fand die Sonne nur 5 mal größer als unsere Erde. Diese verschiedene Größe, welche man der Sonne zuschrieb, stand mit der eben so verschiedenen als willkürlich angenommenen Entfernung der Sonne von der Erde in nahem Zusammenhang. Sie war bald 3, bald 19, bald 30mal weiter von der Erde entfernt, als der Mond, dessen Entfernung von der Erde wiederum nicht minder verschieden angegeben wurde. Letztere Entfernung berechnete, wie wir oben angegeben, Hipparch 59 Erdhalbmesser groß und schrieb der Sonne von der Erde eine 24mal größere zu.

Ueber den Mond hatten nicht Alle ein und dieselbe Ansicht. Während ihn viele für einen seiner Natur nach der Sonne ganz gleichen und auch durch eigenes Licht leuchtenden Körper hielten, erkannten Andere schon richtig, daß er sein Licht der Sonne verdanke und in reflektirtem Lichte sich uns zeige, wie es bei einem Körper aus fester, erdartiger Materie der Fall seyn müsse. Wegen dieser ihm zugetheilten erdigen Natur mußte man ihm auch Kugelgestalt annehmen lassen, die freilich wie die der Erde in Etwas von den Höhen und Tiefen, Bergen und Thälern auf der Oberfläche des Mondes beeinträchtigt würde. Erstere sah man als die Ursachen seiner helleren, letztere als die seiner dunkleren Flecke an, weil das Licht von den viel höher liegenden, bedeutend großen

Gebirgsketten lebhafter reflektirt würde, als von den tiefer liegenden Gegenden.

Aber auch andere Erklärungen der Flecken finden sich vor. So suchten Einige ihren Grund darin, daß des Mondes feurige, luftige und erdige Bestandtheile nicht gleichförmig vermischt wären; während sie Andere für eine Abspiegelung der Unebenheiten unserer Erdoberfläche und der Meere hielten. An Benennungen der auffallendsten Mondflecken fehlt es bei den alten Astronomen gleichfalls nicht; wir finden die Schlucht der Hekate, die elysische Ebene, die Ebene der Persephone u. s. w. Die Ansichten über die Größe des Mondes waren sehr verschieden. Er wurde bald mit der Sonne von gleicher, bald von geringerer Größe gehalten. Ein Gleiches galt von der Erde, die noch außerdem für 19mal kleiner, als der Mond, angesehen wurde. Die zwei größten Astronomen des Alterthums, Hipparch und Ptolemäus, schrieben dem Monde eine 3⅔ mal geringere Größe als der Erde zu, und ersterer setzt ihn, wie bereits erwähnt, in eine Entfernung von 59 Erdhalbmessern von unserer Erde, ein Rechnungsergebniß, das der Wahrheit nahe genug liegt.

Was die übrigen Planeten betrifft, deren fest bestimmte Ordnung und regelmäßigen Lauf man jedoch erst zu Plato's Zeiten erkannte und sie so zu einem System vereinigte, so hielt man sie für Himmelskörper ähnlicher Art, wie die Sonne und den Mond; ihre Entfernung von der Erde wurde aber sehr verschieden und willkührlich angegeben, woher es auch kam, daß man über ihre wirkliche Größe nicht einmal Vermuthungen von den Alten aufgestellt findet. Es dauerte selbst lange Zeit, bis man nur über die Reihenfolge, in welcher sie sich um die Erde bewegten, im Reinen war, denn Einige gaben ihnen die Stellung: Mond, Sonne, Venus, Merkur, Mars, Jupiter und Saturn; Andere folgende: Mond, Sonne, Merkur, Venus u. s. w., wieder Andere wiesen der Venus die äußerste Stelle im Planetensystem ein, die nach der Meinung Leucipps der Sonne zugehören

sollte. Jedoch wurde schon lange vor Ptolemäus ihre richtige Ordnung erkannt, und dieß vornehmlich von den Beobachtern, welche sich die genaue Bestimmung der Umlaufszeit der Planeten um die Erde zur Aufgabe machten.

Die Kometen gaben den Alten zu höchst seltsamen Ansichten Gelegenheit. Nach Einigen entstanden sie durch die Vereinigung zweier oder mehrerer Planeten; Andere hielten sie für das Licht eines Sterns, der in eine dichte Wolke eingeschlossen sei, durch welche dieses Licht hindurchstrahle, wie das Licht aus einer Laterne; wieder Andere für zusammengehäufte Massen trockner Dünste, die durch hineingefallenen Feuerstoff entzündet und durch den Umschwung des Himmels mit fortgeführt würden, sich aber bald wieder zertheilten nnd verlöschten, und so gab es noch andere Erklärungen der Natnr der Kometen, unter denen noch folgende ihrer Richtigkeit willen angeführt zu werden verdient: die Kometen sind Gestirne wie Sonne und Mond, jedoch nicht von runder, sondern langgestreckter Gestalt, deren eine große Anzahl am Himmel befindlich, aber nur eine kleine uns sichtbar ist, weil sie nur die höhern Himmelsregionen durchstreifen und sich uns nur beim Durchwandeln der unteren Theile ihrer Bahnen zeigen.

Ueber das Wesen der übrigen Gestirne finden wir noch dunklere Begriffe, als über die genannten Himmelskörper. Man hielt die Sterne, welche bloß der Erde, des Mittelpunkts der ganzen Schöpfung, halber vorhanden wären, fast allgemein für erdartige Körper, aber von feuriger Natur, für Klumpen von Feuerstoff oder Ansammlungen leuchtender Dünste, deren Hitze man auf der Erde eben so gut fühlen würde, wenn sie nicht zu weit von ihr entfernt wären, und die sich von den Ausdünstungen der Erde, oder nach Anderen durch sich selbst ernährten. Ihre feurige Natur würde ihnen durch ihre schnelle Bewegung zu Theil, die sie erglühen mache, wogegen Andere richtiger behaupteten, daß diese in der Mittheilung des Lichtes von der Sonne ihren Grund habe. Xenophanes und mit ihm Andere meinten gar, die Gestirne wären

feurige Wolken, die am Tage verlöschten, des Nachts aber wieder erglühten, so daß bei ihm nicht von auf- und untergehenden, sondern von sich entzündenden und verlöschenden Sternen die Rede war. Hinsichtlich ihrer Gestalt hielt man sie Anfangs, gleich der Erde, für scheibenförmig, in welcher Form sie wie glühende Bleche oder Nägel an dem krystallnen Himmel angeheftet wären oder nach Anderen ihrer platten und breiten Form wegen von der Luft getragen würden. Später theilte man den Sternen auch die Kugelgestalt zu, nachdem man diese, so wie der Erde, so auch der Sonne und dem Monde zuerkannt hatte.

Was übrigens die Entstehung des Weltalls betrifft, so hielten die alten Griechen und Römer dasselbe nicht, wie die Hebräer und Indier für etwas von Gott aus Nichts Erschaffenes, sondern glaubten, wie die alten Parsen, daß es aus einem schon vorhandenen Urstoffe entweder von einer Gottheit gebildet, oder durch Zufall entstanden sey. Dieser Urstoff war bald das Wasser, bald die Luft, bald das Feuer, bald die Erde, wieder nach Anderen ein Gemisch aus allen vier genannten Elementen. Anaximander setzte ihn in ein ewiges, unendliches Etwas, aus dem sich durch einen Ausscheidungsproceß natürlicher Gegensätze, wie des Kalten und Warmen, Trocknen und Feuchten, und durch Anziehung des Gleichartigen die Dinge entwickelten. Und so gab es noch mehrere Meinungen darüber, woraus dieser Urstoff bestanden.

So wie nun aber alle Weltkörper einmal entstanden waren, so mußte ihr Daseyn auch wieder einmal aufhören können, und deßhalb finden wir bei den alten Philosophen die Ansicht von der einstigen Zerstörbarkeit der Welt und namentlich in Bezug auf unsere Erde von einem allmähligen Hinschwinden ihrer Kräfte und einstigen großen Veränderungen und Umgestaltungen als die allgemein verbreitete. Nur wenige nahmen eine ewige Fortdauer der Welt an.

Fünfte Vorlesung.

Das Copernikanische Sonnensystem oder einfache und der Natur entsprechende Darstellung der wirklichen Bewegungen des Himmels und seiner Welten zur befriedigenden Erklärung der scheinbaren.

Zu der Ansicht vom Himmel und seinen Welten Bezugs unserer Erde, womit ich in der vorhergehenden Stunde Sie, Hochverehrte, bekannt zu machen die Ehre hatte, war man bereits anderthalb Jahrhunderte v. Chr. durch Hipparch gekommen, der, wie wir schon bemerkten, ihr eigentlicher Urheber ist, wenn sie gleich den Namen von einem späteren Anhänger und festerem Begründer des aufgestellten Systems, von Ptolemäus, führt. Und erst anderthalb Jahrtausende nach Christo sollte sie einer besseren, einfacheren, die schon vor Hipparch von Einzelnen als richtig wenn auch nur geahndet wurde, Platz machen.

Von dem Verfall des römischen Reichs an währte es ein ganzes Jahrtausend, in welchem in den Naturwissenschaften eher Rück- als Fortschritte gemacht wurden. Man wagte es nicht, die Natur selbst zu fragen und mit eigenen Händen nach neuen Wahrheiten zu suchen, und so kam es, daß der servile, aller geistigen Selbstthätigkeit und Selbstständigkeit sich begebende Geist des Mittelalters, der sich mit literärischen Schätzen einzelner Griechen und Römer nicht vertraut machte, um von ihnen zu lernen und sich selbst nach ihnen zu bilden, sondern um sie bloß sklavisch zu commentiren und darauf unhaltbare, inhaltsleere Systeme zu erbauen, es keinem einzigen Manne einfallen ließ, die Lehre von der Sonne, als Mittelpunkt unseres Planetensystems, näher zu untersuchen und sie den vorzüglich durch die Araber weiter vorgerückten astronomischen Kenntnissen seiner Zeit gemäß darzustellen. Es waren diese Jahrhunderte das goldene Zeitalter der Astrologen oder Sterndeuter, deren Unverschämtheit ins Unglaubliche ging.

Jeder Fürst hatte an seinem Hofe einen oder mehrere solcher Astrologen und viele von ihnen wurden ganz beherrscht von diesen Leuten, die sich in Alles mischten und die geringste Handlung des Menschen von seiner Geburtsstunde an bis zu seinem Tode am Himmel controllirten. Diesen theilten sie zu diesem Behufe in 12 Häuser ein, indem sie den Aequator in 12 gleiche Theile theilten und durch diese Theilungspunkte und durch den Nord- und Südpunkt des Horizonts Kreise zogen, und bestimmten so aus der Lage dieser Häuser gegen den Horizont eines gegebenen Orts der Erde für den Augenblick der Geburt eines Menschen, den man das Horoskop, so hieß das erste Haus, stellte, das ganze Lebensschicksal der Person voraus.

Erst als die Menschen wieder dahin gelangten, über wissenschaftliche Gegenstände selbst zu denken und wahre Wissenschaft in etwas Anderem zu suchen, als in der scholastischen Philosophie, jener speculativ-dogmatisch-skeptisch-allegorisch-mystisch-theosophisch-idealisch-realistisch-transcendentalen Hyperphysik, was doch wohl zu deutsch ein leeres Geschwätz heißen soll, trat auch nach wenigen Astronomen, unter welchen besonders Bernhard Walther aus Nürnberg, der sich seit 1484 einer Taschenuhr zu seinen Zeitbestimmungen bediente, zu nennen ist, ein Mann auf, der die vererbte Ansicht von dem Weltgebäude einer näheren Prüfung zu unterstellen und sie durch eine bessere zu ersetzen wagte. Nikolaus Copernikus ist des großen Entdeckers Name, und Deutschland sein Vaterland *).

---

*) Geb. 1472 zu Thoren in Preußen, studierte Anfangs Medicin, später zu Bologna Astronomie und bekleidete einige Zeit darauf zu Rom eine Professur der Mathematik. Anfangs des XVI. Jahrhunderts kehrte er wieder in sein Vaterland zurück, wo er als Domherr zu Frauenberg lebte und sein Lieblingsstudium, die Astronomie, weiter verfolgte. Er starb 1543 an seinem Geburtstage, als er eben ein

Sein neues System lautet also:

Ohne fortschreitende Bewegung steht die Sonne in der Mitte des Weltalls, und um sie bewegen sich der Ordnung nach in verschiedenen Entfernungen die Planeten Merkur, Venus, die Erde mit dem Monde, Mars, Jupiter und Saturn. Die Bewegung der Erde und des Mondes geschieht in excentrischen Kreisen, die der anderen Planeten in Epicykeln. Ueber den Planeten befinden sich in ungleicher, unermeßlicher Entfernung die Fixsterne, und sowohl die Bewegung dieser als des ganzen Himmels innerhalb 24 Stunden um unsere Erde, ist nur scheinbar und entsteht durch die wirkliche Bewegung der Erde um ihre Achse, die zwar nicht stets nach einem und demselben Punkt des Himmels zeigt, deren Richtung sich jedoch stets parallel bleibt.

Copernikus gesteht selbst in der Einleitung seines dem Papste Paul III gewidmeten Werkes, worin er das neue System abhandelt: Nicolai Copernici libri sex de orbium coelestium revolutionibus. Norimbergae 1543, daß er, unzufrieden mit dem Mangel an Symetrie des alten Systems und der vielen Zweifel über dasselbe überdrüssig geworden, in den Werken der alten Philosophen nachgesucht, ob sie nicht andere, von den angenommenen verschiedene Ansichten der himmlischen Bewegungen enthielten, und gefunden hätte, daß dem wirklich also sey und die Bewegung der Erde um ihre Achse nicht nur, sondern zugleich um die Sonne in denselben aufgestellt sich befinde. Schon einige Pythagoräer (500 v. Chr.) waren nämlich der Meinung, daß nicht nur die Erde sich um ihre Achse drehe und die Himmelskugel unbeweglich stille stehe, welche auch der Indier Bramagupta in den Wor-

---

Exemplar seines in Nürnberg gedruckten Werkes, worin er das neue Himmelssystem aufstellte, erhalten hatte.

ten: „die Sternensphäre ist fest und die sich um ihre Achse bewegende Erde erzeugt so das tägliche Auf- und Untergehen der Sterne, aussprach, sondern daß selbst die Erde in einem Kreise sich bewege, und zwar in demselben, in welchem wir die Bewegung der Sonne vor sich gehen sehen*). Aristarch aber drückt sich hierüber noch bestimmter aus, indem er sagt: „die Erde dreht sich um ihre Achse und bewegt sich zugleich in einem schiefen Kreis um die Sonne. Dieser Kreis aber verhält sich zur Entfernung der Fixsterne nur wie der Mittelpunkt zur Peripherie, und deßhalb können wir die Bewegung der Erde an den Fixsternen nicht wahrnehmen.“ Allein keiner dieser Alten suchte die aufgestellte Theorie zu beweisen, keiner die großen und mannichfaltigen Ungleichheiten der Planeten zu erklären, so daß ihre unbestimmten Ideen hierüber gegen Copernikus ohngefähr dasselbe sind, was die Vermuthung heutiger Chemiker, die Metalle mögen zusammengesetzte Körper seyn, gegen den kommenden Chemiker, der zuerst ein Metall zerlegt, so daß wir nichts desto weniger den Copernikus für den Entdecker des neuen Systems anzusehen haben. Denn mit Recht sagt man, daß derjenige eine Sache entdeckt, der ihre Wirklichkeit am ersten beweist, da eine jede Theorie, ehe sie als wahr erwiesen wird, keinen Vorzug vor all den andern Meinungen hat, unter welchen sie herumirrt.

Bereits im Jahre 1507 hatte Copernikus sich davon überzeugt, daß durch die Annahme einer bewegten Erde es möglich wäre, von den himmlischen Bewegungen bessere Erklärungen, als die bisher vorgebrachten, aufzufinden und überhaupt das ganze

---

*) Cic. Acad. 2, 39. Hicetas Syracusius, ut ait Theophrastus, coelum, solem, lunam, stellas supera denique omnia stare censet; neque praeter terram rem ullam in mundo moveri: quae quum circum axem se summa celeritate convertat et torqueat, eadem effici omnia, quasi stante terra coelum moveretur.

Diog. L. I, 8. *Τὴν γῆν κινεῖσθαι κατὰ κύκλον πρῶτον εἰπεῖν φασιν Φιλόλαον· οἱ δὲ Ἱκέταν Συρακούσιόν φασιν·*

große Sonnensystem in Beziehung auf Ordnung und Größe so wohl verbunden zu sehen, daß man keinen Theil des Systems ändern könne, ohne dadurch das Ganze zu stören und das gesammte Weltall in Unordnung zu bringen; aber erst im Jahre 1543 wagte er es, besonders auf das ernstliche Zureden seines Freundes, des Cardinals Schomberg, mit seiner neuen Ansicht hervorzutreten und war bescheiden genug, seine neuen Entdeckungen der gelehrten Welt bloß als eine leichtere Rechnungsmethode zu empfehlen." Wer würde, sagt er, in diesem schönen Tempel diese Lampe, die Sonne, an einen anderen oder besseren Ort hängen, als dahin, wovon aus sie das Ganze erhellen kann? In Folge dieser Ordnung sehen wir eine wunderbare Symmetrie der Welt und eine gewisse harmonische Verbindung der Bewegung und Größe der Weltkörper vor uns, wie sie auf keine andere Weise erzielt werden könnte. So entstehen alle Bewegungen der Planeten vor- und rückwärts aus derselben Ursache. Und daß man keine solche Bewegungen an den Fixsternen bemerkt, beweist ihre unermeßliche Entfernung von uns, vor der die scheinbare Größe des jährlichen Erdlaufes verschwindet. So groß ist diese göttliche Maschine des großen und gütigen Gottes, dieses besten und regelmäßigsten Künstlers der Welt!"

Nicht leicht mochte wohl eine Entdeckung größeres Erstaunen und größere Bestürzung verursacht haben, als die des Copernikus. Eine Jahrtausende für wahr gehaltene Ansicht von einer der wichtigsten Erscheinungen in dem großen Gebiete der Natur sollte als auf bloßem Schein beruhend, als unwahr betrachtet und mit einer anderen, richtigen ersetzt werden! Das ging nicht so leicht! mußte doch jeder der Zeitgenossen des Copernikus als bisher in grobem Irrthum befangen vor dem Entdecker der neuen Lehre sich hinstellen, wozu sich der geistige Hochmuth des Menschen, der so ungerne seinen Irrthum zugibt, nicht so leicht bequemen konnte. Daher fand das neue System, dessen merkwürdige Einfachheit und Symmetrie wohl Allen eingeleuchtet haben mag, Anfangs wenig

Anhänger und fieng erst im 17ten Jahrhundert an, allgemeinen Eingang sich zu verschaffen. Als der größte und bedeutendste Gegner desselben trat vor Allem die Geistlichkeit auf, nicht sowohl zur Rechtfertigung ihrer Wissenschaftlichkeit, als des Ansehens der heiligen Schrift. Wie sollte nämlich das Wunder Josuas (Josua 10, 12 ꝛc.), wo er die Sonne stille stehen hieß und biblische Ausdrücke, wie Psalm 19, 6: „Die Sonne geht heraus, wie ein Bräutigam aus seiner Kammer und freut sich wie ein Held zu laufen den Weg; sie geht auf an einem Ende des Himmels und läuft um bis wieder an dasselbe Ende" mit der Wahrheit des neuen Systems sich vereinigen lassen? Copernikus gehörte selbst diesem Stande an und wußte wohl, was er von dessen Härte zu erwarten hatte; daher er sich auch in seinem Werke manche Ausflucht offen läßt, wie z. B. wenn er den Leser erinnert, daß die Hypothesen der Astronomen nicht als unumstößliche Wahrheiten, sondern nur als Mittel, die Erscheinungen zu erklären, aufgestellt zu werden pflegen; er selbst sollte sie jedoch nicht erfahren, denn kurz vor der Beendigung des Druckes seines Werkes erkrankte der sonst kräftige, siebenzigjährige Greis und verschied bald darauf, wohl aber spätere Vertheidiger seines Systems, namentlich Galileus Galilei, der sich desselben besonders annahm.

Denn wenn auch zur Steuer der Wahrheit zugegeben werden muß, daß keiner der Beweise, deren sich Copernikus zur Bestätigung seiner Weltansicht bediente, vollkommen mathematische Gewißheit hatte, wie solches bei dem damals noch tiefen Standpunkte der mathematisch-astronomischen Kenntnisse und der Mangelhaftigkeit der astronomischen Instrumente wohl kaum anders zu erwarten war, und die ganze Lehre überhaupt noch nicht mit den Gesetzen der Mechanik in engerer Verbindung stand und deßhalb zur richtigeren Erkenntniß noch einer bedeutenden Nachhilfe bedurfte, die ihm auch bald werden sollte; so waren die Gründe dafür doch gewiß hinreichend, jeden Einzelnen, der sie einer genauen Prüfung unterwarf und, was Copernikus selbst als Haupt-

bedingung zur Anerkennung und Aufnahme der aufgestellten neuen Theorie forderte, das ganze System mit männlichem Ernst einer ruhigen und fortgesetzten Betrachtung würdigte, subjektiv von ihrer Richtigkeit und somit von der des neuen einfachen und der Natur entsprechenden Himmelssystems zu überzeugen. Nichts desto weniger schrieen jetzt ganze Schaaren von Gelehrten und Ungelehrten, die sich früher nie um Astronomie bekümmert und selbst nicht die geringsten Vorbegriffe davon hatten, gegen die kopernikanische Lehre; ja es kam so weit, daß man diejenigen als Ketzer verdammte, welche die Bewegung der Erde annahmen und dem neuen System huldigten.

Aber selbst Männer vom Fache, wie der damals berühmte kaiserliche Astronom Tycho de Brahe*) (1546—1601) zu Prag, erklärten sich wohl aus Furcht oder aus Eifersucht gegen das copernikanische System. Letzterer ging selbst, durch seine eigenen Beobachtungen überzeugt, daß die Sonne und nicht die Erde der Mittelpunkt wenigstens der Planetenbahnen sey, noch weiter und stellte dem copernikanischen Systeme gegen-

---

*) Tycho de Brahe, geb. 1546 in Schonen, bezog 1562 die Universität Leipzig, wo er die Rechte studieren sollte. Allein er beschäftigte sich vorzugsweise mit Astronomie, in der er sich bald solchen Ruf erwarb, daß König Friedrich II ihm 1576 mit einem Jahresgehalt von 2000 Thlrn. die Insel Hveen schenkte und die prachtvolle Sternwarte Uranienburg erbauen ließ. Nach dem Tode seines Beschützers (1596) mußte er seine bisherige Stelle verlassen, begab sich 1597 nach Rostock, von wo aus er durch Kaiser Rudolph II (1599) als Astronom nach Prag berufen wurde mit einem Jahresgehalt von 3000 Dukaten. Nur zwei Jahre verblieb er in dieser schönen Stellung, denn 1601 überraschte ihn der Tod. Er soll sehr zornig, hartnäckig, rechthaberisch und so abergläubisch gewesen seyn, daß er, wenn ihm beim Ausgehen ein altes Weib begegnete, dies für eine böse Vorbedeutung hielt nnd wieder umkehrte.

über ein anderes auf, das wenigstens nicht in den vermeintlichen Widerspruch mit der heiligen Schrift kommen sollte.

„Die Erde, sagte Tycho, steht (Fig. 9) unbeweglich in der Mitte der Himmelskugel fest, hat weder Achsenbewegung, noch durchläuft sie eine Bahn am Himmel; um sie kreist zunächst der Mond, dann die Sonne im Gefolge aller übrigen Planeten, die um sie (die Sonne) als ihren gemeinschaftlichen Mittelpunkt sich drehen; alle Himmelskörper insgesammt aber bewegen sich täglich um die Erde, den Mittelpunkt des Weltalls."

Daß dieses (Justemilieu=) System, das nach der Behauptung Anderer Tycho nicht einmal zum ursprünglichen Erfinder hatte, sondern einen gewissen Nikolaus Raimarus Ursus von Dithmarsen in Holstein, dem copernikanischen gegenüber, welches, von den Erscheinungen des Himmels zunächst abgesehen, wenigstens die Gesetze der einfachen Ordnung und Symmetrie für sich hatte, keine Anhänger finden konnte, war wohl vorauszusehen. Sein Erfinder soll dasselbe selbst nicht mit Ueberzeugung angenommen haben, weßhalb ihn wohl der Vorwurf der Eitelkeit *) oder der Furcht vor der Geistlichkeit mit Recht zu treffen scheint. Wie sollte auch ein außerdem so sorgfältig beobachtender und um die Fortschritte in der Astronomie so verdienter Gelehrte nicht eingesehen haben, daß sein neues System so wenig für sich sprechend hatte und noch weniger einfach als selbst das Ptolemäische sey? Denn wahrlich, hätte jener spanische König, Alphons der Weise, in der Mitte des 13. Jahrhunderts, ein großer Freund und Gönner der Astronomie, dasselbe Urtheil über das Tychonische System

*) Die Worte, welche er am Abend seines Alters oft ausrief: **ne frustra vixisse videar** (damit es nicht den Anschein hat, ich hätte umsonst gelebt), ließen die Deutung zu, daß bloß Eitelkeit ihn zur Aufstellung des neuen Systems bewogen habe.

gefällt, wie es über das Ptolemäische der Fall war: „wenn er bei Einrichtung der Welt zu Rathe gezogen worden wäre, so würde er einen anderen, einfacheren und besseren Plan für das Weltall vorgeschlagen haben," es dürfte uns weniger frevelhaft und anmaßend erscheinen und wir würden den spanischen Mönchen mehr zürnen, daß sie ihn deßhalb der Gotteslästerung angeklagt und es dahin gebracht haben, daß er durch seinen eigenen Oheim Emanuel seines Thrones entsetzt und in ein enges Gefängniß geworfen wurde, wo er fast bis an das Ende seines Lebens verbleiben mußte.

Ein ähnliches Loos von Härte wurde dem Galileus Galilei zu Theil, der das neue Copernikanische System gegen dessen zahlreiche Gegner tapfer vertheidigte und, wie wir bald hören werden, durch seine Entdeckungen praktisch bestätigte. Trotz mehrfacher Verfolgungen und Warnungen*) erklärte er sich in einer (1632) herausgegebenen Schrift für das copernikanische System, was zur Folge hatte, daß die römische Geistlichkeit ihn nach Rom vorlud, und ihn (23. Juni 1633) in der Dominikanerkirche zur Abschwörung der Lehre von der Bewegung der Erde aufforderte. Galilei schwur ab; soll aber in dem Augenblicke seines Aufstehens von der Erde, mit zur Erde gesenktem Blicke und mit dem rechten Fuße auf die Erde stampfend gesagt haben: „E pur si muove" (und doch bewegt sie sich). Aus Gnade wurde ihm die Ker-

---

*) Schon sein Versuch mit fallenden Körpern (1602), wodurch er zeigte, daß das Gewicht der Körper auf die Gesetze des Falls keinen Einfluß habe, regte Neid und Verfolgung gegen ihn auf und er mußte sein Lehramt zu Pisa verlassen. Seine spätere Entdeckung der Phasen der Venus (1610) suchte er deßhalb auch in Geheimniß zu hüllen, denn wenn er an Kepler schrieb: Haec immaturata a me jam frustra leguntur o. y, so wollte er aus diesem unverständlichen Satze die Buchstaben zu folgenden Hexameter zusammengesetzt wissen, der die neue Entdeckung enthielt: Cynthiae figuras aemulatur mater amorum, d. i. Venus ahmt die Gestalten des Mondes nach.

kerstrafe, zu der er verurtheilt war, erlassen und er Anfangs in den bischöflichen Palast zu Siena und bald darauf in das Kirchspiel Acreti bei Florenz verwiesen, wo er (1642) starb. 1737 wurde sein Leichnam ausgegraben und in ein marmornes Grabmal gelegt.

Die Beibehaltung der excentrischen Kreise und Epicykeln im neuen Systeme, wodurch Copernikus die schöne Einfachheit desselben zum Theil selbst wieder unnöthigerweise zerstörte, was jedoch von keinem seiner Gegner zum Zeichen ihrer Blindheit bemerkt wurde, sagte freilich nicht Jedermann zu, und so beharrte z. B. der große Baco von Verulam (1561—1626), der sich so sehr um die Naturwissenschaften verdient gemacht, sein ganzes Leben durch im Widerstreben gegen das Copernikanische System, da er mehr ein solches Weltsystem wünschte, dessen Einrichtung mehr der Einfachheit der Natur entspricht, was bei dem neu aufgestellten auch nicht ganz der Fall war. Auch auf die Ursachen der Bewegung, auf die wirksamen Kräfte, ließ sich Copernikus keineswegs ein und verzichtete eben so auf eine genaue Bestimmung der Gestalt der Bahnen, da die beobachtende Astronomie der Abendländer sich zu seiner Zeit schon wegen des Mangels der Fernrohre noch in ihrer ersten Kindheit befand und die Mechanik noch nicht ausgebildet war. Allein die befriedigende Darstellung der äußeren Erscheinungen der Planeten und die Einfachheit und Symetrie des Systems blieben jedoch immer Hauptgründe genug zur Annahme desselben. Diese sollten jedoch sehr bald vermehrt und einer der stärksten Einwürfe gegen das copernikanische System durch die Entdeckungen beseitigt werden, die Galilei mit den von dem Holländer Hans Lippershey *) erfundenen Fernrohre am Himmel machte.

*) Man erzählt, die Kinder des Brillenmachers Hans Lippershey aus Middelburg in Seeland hätten (1590) eines Tages mit zwei verschieden geschliffenen Gläsern gespielt und, indem

Dieser Vorwurf bestand nämlich darin, daß Venus und Merkur in keinen Phasen sich zeigten, die doch eine unmittelbare Folge des Systems seyn mußten; und Copernikus wußte sich dagegen nicht anders zu schützen, als daß er diese beiden Planeten aus einer durchsichtigen Masse bestehend annahm, welche die Strahlen der Sonne frei hindurch gehen lasse. Nun entdeckte Galilei (1610) die Phasen beider Gestirne, die gerade wie die des Mondes sich zeigen, und widerlegte dadurch den Einwurf gegen die neue Lehre, die durch eine weitere Entdeckung, welche er machte, noch größere Bestätigung erhalten sollte. Er entdeckte nämlich gleichzeitig mit einem Deutschen, Simon Marius aus Gunzenhausen, daß um den Planeten Jupiter sich nicht weniger als vier kleine Planeten in verschiedenen Entfernungen und Perioden mit wunderbarer Geschwindigkeit herumbewegen. Was konnte man in dieser kleinen Mondenwelt Jupiters anders, als ein Bild, als ein Modell des ganzen Sonnensystems, so wie es vom Copernikus angenommen wurde, erkennen, das wegen seiner Analogie als einer der stärksten Beweise für die neue Lehre gelten mußte? Auf diese Weise, sagt der berühmte Herschel, wurde Jupiter mit seinen 4 Trabanten der Anhaltspunkt aller Copernikaner. Noch entdeckte Galilei durch sein Fernrohr den Ring des Saturns, die Flecken der Sonne und die Flecken und die ausgezackte Grenze des Mondes. Die nähere Betrachtung dieses letztern zeigte, daß er ein solider Körper mit einer sehr unregelmäßigen schroffen Oberfläche, wie etwa unsere Erde, ist, keineswegs, wie die alten Philosophen annahmeu, ein ganz anderer Körper, für dessen Flecken ihre angeführten Gründe nun nicht mehr paßten.

---

sie beide vor einander hielten, den Hahn auf dem Kirchthurm bedeutend vergrößert gesehen. Durch diese Bemerkung sey ihr Vater Ende des sechzehnten Jahrhunderts Entdecker des Fernrohrs geworden, das er 1608 den Generalstaaten vorlegte.

Was nun jenen Einwurf hinsichtlich der biblischen Stellen betrifft, wo von einer täglichen Bewegung der Sonne um unsere Erde die Rede ist, so war bloß zu erwidern, daß die Verfasser derselben die Erscheinung so auffaßten, wie sie sich ihren leiblichen Augen kund that, und sich keineswegs auf eine Erklärung des Sonnensystems einließen, was gar nicht in ihrem Berufe lag, sondern davon nach den allgemeinen Begriffen ihrer Zeitgenossen redeten. „Die Bibel, sagt Kepler, spricht von Dingen des menschlichen Lebens mit dem Menschen, wie Menschen davon zu sprechen gewohnt sind; sie ist kein Lehrbuch der Optik oder Astronomie, sie will einen höhern Zweck erreichen. Es ist ein tadelnswerther Mißbrauch, wenn man die Beantwortung von Fragen über weltliche Dinge in ihr sucht.“ Sprechen doch noch heut zu Tage die Astronomen von einem Auf- und Untergang der Sonne und von einem veränderten Stand derselben in der Ekliptik, wie gut sie auch wissen, daß dem nicht also sey, nur um sich der verständlichen Sprache des gemeinen Lebens zu bedienen. Der berühmte Mathematiker Kästner läßt in seiner humoristischen Weise den Einwurf Bezugs des Wunders Josuas gegen das Stillstehen der Sonne einen Küster gerade für dasselbe also benützen:

Bauer: Herr Küster, wie, was sagt er da,
Wir sollten um die Sonn' uns drehn?
Er träumt; hieß dort nicht Josua
In ihrem Lauf sie stille stehn?

Küster: Das ist's ja, was ich sagen will,
Seit jenem Tage steht sie still.
Den möcht' ich sehn, der aus der Schrift bewies,
Daß er sie wieder laufen ließ.

Von den übrigen Einwürfen gegen das neue System, die in Menge vorgebracht wurden, und deren hauptsächlichster, daß wir von der jährlichen Bewegung der Erde an den Fixsternen nichts wahrnehmen, schon durch die Bemerkung Aristarchs: dieser Kreis der Erde verhalte sich zur Entfernung der Fixsterne, wie sein

Mittelpunkt zur Peripherie, seine Erledigung fand, erwähnen wir des einen noch, der einiges Gewicht hatte: Wenn die Erde sich bewegt, wie kommt es, daß ein Stein, der von der Spitze eines hohen Thurmes herabgelassen wird, an dem Fuße des Thurmes zur Erde fällt? Wenn sich während des Herabfallens des Steins der Thurm zusammt der ganzen Erde von West gen Ost bewegt, so müßte ja der Stein auf der Westseite des Thurms zurück bleiben. Die Antwort hierauf: daß die Erde ihre eigene Bewegung den Körpern auf ihrer Oberfläche mittheile, die gleichsam auf gut Glück oder nur versuchsweise gegeben wurde, war genügend, und so erwarb sich die Einfachheit und Schönheit der neuen Theorie stets mehr Freunde und Bewunderer, selbst unter denen, die aus einer oder der anderen Ursache ihren Beifall noch zurückhalten wollten.

Sechste Vorlesung.

Das verbesserte Copernikanische, auf einfache Naturgesetze zurückgeführte Sonnensystem. Kepler = Newtonische Theorie.

Trotz der vielen und mancherlei Einwürfe, die man gegen das neue Copernikanische System, das ich in der jüngst verwichenen Stunde Ihnen, Hochverehrte, vorzuführen mich bestrebte, von vielen Seiten her geltend zu machen suchte, gewann die neue Lehre doch zusehends immer mehr Freunde und Anhänger. Vorzüglich war dieß in Deutschland und Polen der Fall und „man findet keine Spur, sagt ein neuerer bedeutender englischer Schriftsteller, W. Whewell, in seiner Geschichte der inductiven Wissenschaften, die diesen Ländern die Ehre streitig machen könnte, die neue Lehre des Copernikus vor allen zuerst, aus Ueberzeugung und ohne alle Opposition aufgenommen zu haben. Die große Reform, fügt er hinzu, die in Deutschland um diese Zeit der ersten Verbreitung des Copernikanischen Systems Statt hatte, zeigte hinlänglich, daß

dieß das Land sey, wo der Gedanke seine Unabhängigkeit zu behaupten strebt, und wo die Autorität, so lange sie mit Klugheit gepaart bleibt, sich keine anmassenden Forderungen erlauben kann." Man war vor Allem darauf bedacht, genaue Tafeln der Sonne, des Mondes und der Planeten, wie man zu Hipparchs und Ptolemäus Zeiten gleichfalls gethan, zu construiren, deren Richtigkeit sich in der Uebereinstimmung derselben mit den Beobachtungen zeigen mußte. Die besten von diesen lieferte 1627 Johann Kepler *), einer der ersten Bekenner der neuen Lehre, der sie

*) Kepler, geb. (1570) unweit Weil in Würtemberg, wo sein Vater ein armer Gastwirth war. Schon auf der Universität war, wie in seinem ganzen Leben, die Armuth seine Begleiterin. 1593 wurde er Professor der Mathematik zu Grätz und 1598 gieng er als kaiserlicher Mathematiker zu Tycho nach Prag, dessen Stelle er zwar auch 1601 erhielt, aber keinen Gehalt. 1610 kam er als Prof. der Mathematik nach Linz, wo er fünfzehn Jahre in nicht weniger drückenden Verhältnissen zubrachte. 1625 trat er in die Dienste eines Privatmanns in Ulm und von diesem aus 1628 in Wallensteins Dienste als Professor an der Universität Rostock. Da er auch hier keine Besoldung erhielt, reiste er zu dem Reichstag nach Regensburg, um hier die Ausbezahlung seines rückständigen Gehaltes zu erbetteln. In Folge der Anstrengungen seiner Reise und der ihn überall begleitenden Noth erkrankte er bald nach seiner Ankunft in Regensburg und starb 15. Nov. 1631 in seinem sechzigsten Lebensjahre.

„So hoch war noch kein Sterblicher gestiegen,
Als Kepler stieg — und starb in Hungersnoth.
Er wußte nur die Geister zu vergnügen,
Drum ließen ihn die Körper ohne Brodt.

Kästner.

Ist das Sterben in Hungersnoth auch nicht buchstäblich zu nehmen, wie das Verzeichniß der nach seinem Absterben aufgenommenen Effekten und Baarschaften beweist, so ist doch so viel gewiß, daß Kepler sein ganzes Leben hindurch mit

selbst von ihren Irrthümern reinigen und durch die Entdeckung seiner ewig denkwürdigen Gesetze dem großen Geiste eines Newton die Mittel an die Hand geben sollte, das wahre Causalgesetz, das alle Bewegungen der Himmelskörper auf ihren eigentlichen, mechanischen Grund zurückführte, zu entdecken. Die Bewegung der Erde, die Copernikus aus mathematischen Gründen bewiesen hatte, wollte Kepler durch physische, d. h. solche, die sich auf die Ursachen der Bewegung beziehen, beweisen, und bei diesen Versuchen leitete ihn die Hauptidee, daß zwischen den Distanzen der Planeten und zwischen ihren Umlaufszeiten oder Geschwindigkeiten irgend ein algebraisches oder geometrisches Verhältniß Statt finden müsse. Verfolgte er diese gleichwohl auf verschiedenen Irrwegen *), so glückte es ihm endlich doch, ihrer habhaft zu werden und sich von der Wahrheit folgender drei Gesetze zu überzeugen:

1) Die Planeten bewegen sich nicht, was selbst Copernikus aus dem Ptolemäischen System beibehielt, in Epicykeln und excentrischen Kreisen um die Sonne, den Mittelpunkt des Systems, sondern in elliptischen Bahnen, in deren einem Brennpunkt die Sonne sich befindet.
2) Die Planeten bewegen sich in ihren Bahnen mit einer solchen Geschwindigkeit, daß wenn man sich vom Centrum der Sonne zum Mittelpunkt eines Planeten eine gerade Linie gezogen denkt und dieses in gleich weit von einander liegenden Zeiten wiederholt, auch die Flächenräume

---

Geldverlegenheiten und Widerwärtigkeiten aller Art zu kämpfen hatte.

*) Kepler wandte auf die Wahrheit bei Erforschung seiner Gesetze die liebliche Stelle in Virgil's Ekloge an:

Malo me Galatea petit, lasciva puella,
Et fugit ad salices et se cupit ante videri.

der Planetenbahn zwischen je zwei solchen Linien einander gleich sind; oder die von der Sonne nach verschiedenen Planetenorten gezogenen Linien, **Radii vectores** genannt, schneiden solche elliptische Flächenräume aus, daß sie den Zeiten proportional sind, in welchen der Planet die zwischen diesen Orten liegenden elliptischen Bögen seiner Bahn durchläuft.

3) Die Quadrate der Umlaufszeiten von je zwei Planeten verhalten sich zu einander wie die Würfel oder dritten Potenzen der großen halben Achsen ihrer Bahnen oder der mittleren Entfernungen von der Sonne. Bewegt sich z.B. ein Planet in der Entfernung von a Meilen in m Jahren um die Sonne, und ein anderer in der Entfernung von b Meilen innerhalb n Jahren, so hat man:

$$m^2 : n^2 = a^3 : b^3.$$

Die formellen Regeln, nach welchen die Bewegungen der Himmelskörper in Bezug auf Raum und Zeit und Zahl erfolgen, waren auf diese Weise von Kepler aufgefunden worden. Nicht so glücklich war er bei der Auffindung der Ursache von dem, was die Planeten in ihren Bahnen festhält, damit sie dieselben nie verlassen. Er war zwar der Wahrheit sehr nahe, indem er der Sonne eine gewisse Kraft (virtus) beilegte, durch welche sie alle diese Körper um sich herumführt, und in der Rotation der Sonne um ihre Achse die Ursache der wirbelnden Bewegung der Planeten um die Sonne suchte. Allein von einer solchen Bewegung konnte er auf unserer Erde kein analoges Beispiel finden und noch weniger war er im Stande, seine Meinung durch Beweise zu bestätigen. Kepler sah das Mangelhafte seiner Ansicht auch gar wohl ein und suchte ein mehr begreifliches und substantielleres, mechanisches Mittel, die Planeten um die Sonne in Bewegung zu setzen, darin, daß er später aufstellte: um die Sonne kreise ein Strom von

einer flüssigen, sehr dünnen Masse, der in seinem Laufe die Planeten, wie der Bach einen Kahn, mit sich um die Sonne führt und der durch die Bewegung der Sonne um ihre Achse in wirbelnder Bewegung erhalten wird. Aber indem er diesen Strom zugleich für etwas Immaterielles erklärt, obschon er ihm die Eigenschaft beilegt, die Trägheit der Körper zu überwinden, so zeigt sich schon hierin das Unhaltbare dieser Theorie.

Es war dem großen Geiste eines Newton*) aufbehalten, von den Gesetzen, welche Kepler empirisch entdeckt, Rechenschaft zu geben und ihren innern Zusammenhang nachzuweisen, indem er das wahre Causalgesetz entdeckte, das alle himmlische Bewegungen auf ihren eigentlichen mechanischen Grund zurück führt. Die Fortschritte, welche seit Kepler die Mechanik gemacht, kamen ihm dabei zu Hilfe, und fremde Winke, Versuche und geistige Bewegungen mußten einem Geiste, dem wohl nicht leicht ein zweiter an die Seite zu stellen ist, das zu erreichende Ziel näher rücken. Vornehmlich Galilei war es, der die Gesetze der Bewegung in einfachen Fällen entdeckte und folgende Sätze als unumstößliche Wahrheiten hinstellte:

1) Wird einem Körper auf einer horizontalen Ebene durch einen Stoß eine Bewegung ertheilt, so erfolgt diese ohne alle äußeren Hindernisse gleichförmig, geradlinig und immerdauernd auf dieser Ebene, wenn diese selbst ohne Grenzen ist. Es ist dieses Gesetz unter der Benennung des Gesetzes der Trägheit oder

---

*) Isaak Newton, geb. 25. Dec. 1642 zu Woolsthorpe, einem kleinen Dorfe, von ganz armen Eltern. Ein wohlhabender Verwandter ließ ihn zu Cambridge studieren, und bereits 1669 bekleidete er daselbst die Stelle eines Professors der Mathematik. 1695 wurde er k. Münzwardein mit 6000 Pfd. jährlichen Gehalt und 1698 erhielt er das Vorsteheramt der kgl. Münze mit 15000 Pfund jährl. Einkommen. Er starb 20. März 1727 in seinem fünf und achzigsten Lebensjahre, hochgeehrt und geachtet, und sein Leichnam wurde in der Westmünsterabtei beigesetzt.

besser der Beharrlichkeit bekannt und will weiter nichts sagen, als daß die an sich leblose Materie in dem Zustande verbleibt, in dem sie sich befindet, wenn nicht Kräfte sie in einen anderen versetzen. Ruht ein Körper, so bleibt er in Ruhe, bewegt er sich, so beharrt er in dieser Bewegung, bis er aus der Ruhe heraus oder in eine andere Bewegung hinein gerissen wird.

2) Ist aber die Ebene, auf welcher dem Körper eine Bewegung ertheilt wird, schief gegen die Ebene des Horizonts geneigt, so erfolgt zwar die Bewegung gleichfalls in gerader Linie, aber nicht gleichförmig, sondern ungleichförmig und zwar stets zunehmend oder beschleunigt, wie es beim freien Fall der Körper sich ereignet. In Bezug auf letzteren wieß aber Galilei nach, daß die Endgeschwindigkeiten wie die natürlichen Zahlen zunehmen, d. h. die Geschwindigkeit eines freifallenden Körpers ist zu Ende der zweiten Sekunde zweimal, zu Ende der dritten dreimal so groß als zu Ende der ersten Sekunde u. s. w., ferner sah er, daß die Räume der einzelnen Zeiten wie die ungeraden Zahlen: 1, 3, 5, 7 u. s. w. zunehmen, d. h. ein freifallender Körper fällt in der zweiten Sekunde seines Fallens durch einen 3mal, in der dritten Sekunde durch einen 5mal so großen Raum als in der ersten Sekunde, woraus sich wiederum ergibt, daß die Räume vom Anfang des Falles an gerechnet wie die Quadrate der Zeiten zunehmen, d. h. ein Körper fällt in 2 Sekunden durch einen $2 . 2 = 4$mal, in 3 Sekunden durch einen $3 . 3 = 9$mal, in 4 Sekunden durch einen $4 . 4 = 16$mal so großen Raum als in der ersten Sekunde u. s. w.

Aus dieser Gleichheit der Gesetze für die Bewegung der Körper, welche auf einer schiefen Ebene abwärts sich bewegen mit denen für die freifallenden Körper folgte nothwendig, daß, wenn derselbe Körper in verschieden geneigten Ebenen von derselben Höhe herabfällt, seine am Ende des Fallens erlangte Geschwindigkeit immer dieselbe ist.

3) Endlich fand Galilei noch, daß, wenn zwei Kräfte unter einem Winkel auf einen Körper wirken, derselbe weder in der

Richtung der einen wirkenden Kraft sich bewegt, noch in der der andern, sondern in einer zwischen beiden liegenden, deren Richtung man erhält, wenn man beide Kräfte sowohl ihrer Richtung als ihrer Stärke nach durch gerade Linien darstellt, aus beiden Linien und dem von ihnen eingeschlossenen Winkel ein Parallelogramm verzeichnet und aus dem Wirkungspunkte der Kräfte dessen Diagonale zieht. Diese Diagonale gibt sowohl die Richtung, als die Stärke an, in und mit welcher der Körper fortgeht. Fig. 11 bringt dieß zur Anschauung. Wirkt auf den Körper A eine Kraft in der Richtung AC und eine zweite in der Richtung AB und drückt AC, AB die Stärke beider Kräfte aus, so geht der Körper in der Richtung der Linie AD fort und mit einer Kraft, die durch AD gemessen wird. Man nennt diesen wichtigen Satz das Parallelogramm der Kräfte, vermöge dessen man darauf hätte kommen sollen, daß ein in einer krummen Linie einhergehender Körper von einer zweiten Kraft getrieben werden muß, die ihn stets von der geraden Linie, in welcher er durch eine erste Kraft sich bewegen würde, fortwährend ableitet. Allein so klar uns jetzt bei einiger Aufmerksamkeit der Begriff der Schwere als einer constanten Kraft, d. h. als einer die Geschwindigkeit des fallenden Körpers constant und gleichförmig vermehrenden, erscheint, so muß er doch damals, als er zuerst in dem menschlichen Verstand entstand, einige Schwierigkeit dargeboten haben.

Galilei begnügte sich dabei, die einzelnen Gesetze der Bewegung kennen zu lernen und ihre große Einfachheit und die Uebereinstimmnng ihrer Folgen mit den Beobachtungen waren die Gründe, auf welchen sie beruhten. „Die Ursache des Gesetzes beim freien Falle der Körper, sagt Galilei, ist kein nothwendiger Theil unserer Untersuchungen, und die Meinungen der Menschen hierüber sind verschieden. Einige beziehen diese Beschleunigung der Geschwindigkeit auf die Annäherung der Körper zu dem Mittelpunkt der Erde; andere behaupten, daß das centrische Medium (eine Art unseres neuen Aethers) eine gewisse Ausdehnung über

die Oberfläche der Erde hinaus habe und daß dieses Medium, wenn es sich gleich einer Flüssigkeit hinter dem Körper schließt, denselben abwärts treibe. Allein für uns ist es gegenwärtig genug, die Eigenschaften dieser Bewegung unter der Voraussetzung jenes einfachen Gesetzes kennen zu lernen, daß die Geschwindigkeit der Zeit proportionirt ist. Und wenn wir finden, daß diese Eigenschaften durch Experimente mit freifallenden Körpern in der That bestätigt werden, so mögen wir daraus den Schluß ziehen, daß unsere obige Voraussetzung mit der Natur übereinstimmt." Seine Nachfolger setzten das Werk wiederholter Vergleichungen der Theorie mit den Experimenten fort, bis endlich kein Zweifel über die Wahrheit der neuen Lehren zurück blieb und man mit den Prinzipien der Elementarmechanik im Allgemeinen im Reinen war. Auch war bei den Mathematikern das Bestreben vorherrschend geworden, diese Principien auf die möglichst einfache und verständige Form zurückzuführen, und vieles Treffliche wurde von ihnen geleistet; allein keinem gelang die völlige Ausführung dieser Vereinfachung und zugleich die damit verbundene weitere Ausdehnung der mechanischen Begriffe, bis es Gott gefiel, durch Newton *) Licht in diese Finsterniß bringen zu lassen, und durch ihn eine weit verbreitete und verschlungene Masse von Erscheinungen der höchsten Art auf eine einzige, einfache Ursache zurückzuführen.

Um einer in Cambridge ausgebrochenen, ansteckenden Krankheit zu entgehen, zog sich der vier und zwanzigjährige Newton auf kurze Zeit auf das Land zurück, und hier soll ihn eines Tags in einem Garten der Fall eines Apfels vom Baume zuerst auf die Idee geführt haben, daß vielleicht dieselbe Kraft der Erde, die alle Körper auf ihrer Oberfläche anzieht oder gegen ihren Mittel-

---

*) Newtons Grabschrift lautet: **Nature and Nature's laws lay hid in night; God said: „Let Newton be", and all was Light.**

punkt fallen macht, auch den Mond in seiner Bahn um die Erde bewege. Er schickte sich sogleich an, durch Rechnung dies näher zu untersuchen. Er wußte, daß die Anziehungskraft der Erde sowohl auf einen ruhenden, als auf einen in Bewegung befindlichen Körper genau dieselbe Wirkung hervorbringt, wenn diese Wirkung auf die Richtung reducirt wird, nach welcher die Anziehung erfolgt, oder, um in einem Beispiele zu reden, daß die Kanonenkugel, welche auf eine senkrechte Wand von einer Entfernung aus abgeschossen wird, welche die Kugel genau in einer Sekunde durcheilt, nicht den visirten Punkt der Mauer trifft, wie es nothwendig hätte geschehen müssen, wenn die Kugel in gerader Linie fort gegangen und nicht von der Erde angezogen worden wäre, sondern einen anderen, in vertikaler Richtung mit obigem befindlichen Punkt, der genau um so tiefer als der visirte liegt, als ein freifallender Körper in einer Zeitsekunde senkrecht herabfällt, d. i. c. 15 Fuß. Befände sich die Mauer in einer solchen Entfernung, daß die Kugel sie erst am Ende von 2 Sekunden erreichte, so wird dieselbe die Mauer in einem Punkte treffen, der unter dem visirten um so viele Fuße senkrecht liegt, als ein freifallender Körper in 2 Sekunden zurücklegt, d. i. 60 Fuß u. s. w. Läßt sich nun der Mond als ein Wurfgeschoß betrachten, das im Anfange der Dinge mit hinreichender Gewalt in gerader Linie fortgeschleudert wurde, und soll die Erde auf ihn gleichfalls, so wie auf die Kanonenkugel, wirken, und ihn an sich zu ziehen suchen, so muß die Entfernung, um welche der Mond von seiner geraden Linie ab der Erde in einer Sekunde sich nähert (die Kugel unterhalb des visirten Punktes in die Wand schlägt), gerade so groß seyn als der Weg, den nach den Gesetzen des Falls ein freifallender Körper in der Entfernung des Mondes von der Erde in einer Sekunde zurückzulegen hat. Letzteren findet man nun leicht, wenn die Größe des Erdhalbmessers und die Entfernung des Mondes von dem Mittelpunkt der Erde genau bekannt ist, nach den Gesetzen, die Newton bereits bewiesen hatte, daß nämlich die An-

ziehungskraft eines Körpers wie das Quadrat der Entfernungen abnimmt, und daß die gleichförmig in einem sphärischen Raum vertheilten materiellen Massetheilchen in ihrer Gesammtheit auf einen außerhalb desselben befindlichen Punkt gerade so wirken, als ob sie alle im Mittelpunkte dieser Kugel beisammen vereinigt wären. Auch ist es nicht schwerer unter denselben Voraussetzungen die Entfernung, um welche der Mond von seiner geraden Linie ab der Erde in einer Sekunde sich nähert, zu bestimmen. Bezeichnet nämlich E unsere Erde (Fig. 12) und M den in einer kreisförmigen Bahn ot um sie laufenden Mond und bewegt letzterer sich in einer Sekunde von M nach B, welcher Winkel sich aus der Umlaufszeit des Mondes um unsere Erde leicht berechnen läßt, so würde er ohne die Anziehungskraft der Erde sich innerhalb derselben Zeit in der Richtung der tangirenden geraden Linie von M nach A fortbewegt haben, und die Entfernung AB ist offenbar diejenige, um welche der Mond in einer Sekunde gegen die Erde gefallen ist. In dem Dreiecke AME ist aber die Seite ME, so wie der Winkel MEA und der Winkel AME bekannt und hieraus kann leicht die Seite AE, und durch Subtraktion der BE von AE die gesuchte Größe AB gefunden werden.

Bei seinem ersten Versuche fand Newton letztere Größe zu klein, und die Fallgeschwindigkeit der Körper auf der Oberfläche der Erde hätte unter der Voraussetzung, daß die Erde auch den Mond zu ihr hin fallend macht, nur c. 12 Fuß betragen sollen. Dieser Unterschied von drei Fuß oder von dem Fünftheile der ganzen Größe war hinreichend, Newton zur Aufgebung seiner früheren Vermuthung von der Identität jener beiden Kräfte zu bestimmen, und er nahm sie nicht wieder ernstlich auf, bis er durch die neueren Messungen französischer Physiker und Astronomen erfuhr, daß er seinen früheren Rechnungen unrichtige Angaben Bezugs der Größe der Erde und ihrer Entfernung vom Monde zu Grunde gelegt hatte. Man kann sich denken, mit welcher Unruhe der große Mann an diese Arbeit ging. „Er eilte in seine Wohnung, zog

seine alten Schriften wieder hervor, wiederholte seine vor sechzehn Jahren gemachten Rechnungen, und als er dem neuen Resultate immer näher und näher kam, wurde er von einer allgemeinen Agitation seiner Nerven so ergriffen, daß er einen eben hereintretenden Freund ersuchen mußte, seine Rechnung zu Ende zu führen.“ Newtons frühere Muthmassung wurde durch diese Rechnungen vollkommen bestätigt und sie stimmten mit den Beobachtungen auf das Beste überein. Die Schwere der Erde ist die eigentliche Ursache der Bewegung des Mondes um sie, und nachdem er diese Wirksamkeit einmal erkannt und bewiesen hatte, ging er noch weiter und erstreckte seine Entdeckung über alle Theile der sichtbaren Natur, von den kleinsten Atomen der uns zunächst umgebenden Körper bis zu den gewaltigen Massen im unermeßlichen Weltenraum; alle Theile des Weltalls, wies er nach, werden durch ein gemeinschaftliches Band angezogen und vereinigt, das er Attraction nannte, deren Wirkung bei einem ursprünglich ruhenden Körper der senkrechte Fall gegen das Centrum der Anziehung, bei einem ursprünglich in Bewegung befindlichen die Ablenkung von der geraden Richtung dieser Bewegung nach der Seite des anziehenden Körpers hin ist. Die Gesetze dieser Kraft, deren inneres Wesen uns gänzlich unbekannt, sind folgende fünf:

1) Die Kraft, mit welcher die verschiedenen Planeten von der Sonne angezogen werden, verhält sich wie verkehrt das Quadrat der Entfernung dieser Planeten von der Sonne, d. h. ein Planet, der nochmals so weit von der Sonne entfernt ist, als ein anderer, wird mit einer 2 . 2 = 4mal geringeren Kraft von der Sonne angezogen, in einer 3mal größeren Entfernung mit einer 3 . 3 = 9mal geringeren Kraft, in einer viermal größeren mit einer 4 . 4 = 16mal geringeren Kraft u. s. w.

2) Die Kraft, mit welcher derselbe Planet in ver-

schiedenen Punkten seiner Bahn von der Sonne angezogen wird, verhält sich auch wie verkehrt das Quadrat der Entfernungen dieses Planeten von der Sonne.

3) Die Erde übt eine gleiche Kraft auf den Mond aus, und diese Kraft ist identisch mit der Schwere auf der Oberfläche der Erde.

4) Die Sonne wirkt auf dieselbe Weise nicht bloß auf die um dieselbe sich bewegenden Planeten, sondern auf alle Körper, auch auf unseren Mond, so wie die Monde der übrigen Planeten; überhaupt ist die Attraktion aller dieser Körper gegenseitig.

5) Die Kraft, welche auf diese Weise von der Sonne, der Erde und von jedem Himmelskörper auf jeden anderen ausgeübt wird, entsteht aus der Anziehungskraft eines jeden Elements der Masse dieser anziehenden Körper, d. h. alle Körper ziehen sich im geraden Verhältnisse ihrer Massen an. Diese Attraction kommt allen Körpern, d. h. jeder Masse in der Natur zu.

Jedes dieser 5 Gesetze würde seinen Urheber unsterblich und seine Zeit zu einer merkwürdigen Epoche in der Geschichte der Wissenschaften gemacht haben. Wie viel mehr mußte dieß von allen zusammen gelten: durch sie ging die Astronomie von ihrer Kindheit mit einem Mal zu ihrem reifen Mannesalter über, da alle tiefen und weitläufigen Untersuchungen, die seit Newton die eifrigsten und scharfsinnigsten Mathematiker beschäftigt haben, doch nur als eben so viele einzelne Theile der Bestätigung von Newtons Theorie zu betrachten sind. Beinahe Alles, was seitdem in der Astronomie geschehen ist und noch geschieht, muß unter diesen Gesichtspunkt gebracht werden. Selbst an der äußersten Grenze des Sonnensystems begegnet der Astronom keinen Gegenständen,

welche die Gerichtsbarkeit der Newton'schen Gesetzgebung nicht mehr anerkennen, da auch die neu entdeckten Bewegungen einzelner unendlich weit entfernter Doppelsterne nach dem Gesetze der Attraction erfolgen, das vielleicht das allgemeine Gesetz der Natur ist.

Nun war der Zusammenhang der Astronomie mit der Physik, den der große Naturforscher Baco von Verulam schon geahndet, gefunden und die kosmischen Kräfte, die als dem allgemeinen Gesetze der Bewegung gehorchend betrachtet wurden, zeigten sich mit denen der irdischen Schwere für identisch, oder dieselben Kräfte kommen jedem einzelnen Elemente der himmlischen Körper zu, die alle derselben Art mit jener Kraft sind, welche bei allen unseren irdischen Körpern das Gewicht derselben erzeugt, und welche auch jedem einzelnen Moment der irdischen Masse zukommt.

Was das innere Wesen dieser Kraft sey, wissen wir nicht, und alle Analogieen, die man zu ihrer Erläuterung anführte, waren fruchtlos und förderten die Sache nicht, da sie alle die Anziehung immer als eine jedem einzelnen Körper besonders zukommende und von der Natur dieses Körpers abhängige Eigenschaft betrachteten. Daher es wohl am besten ist, auf jede sinnliche Vorstellung derselben gleich von vorn herein zu verzichten, und sich mit den Gesetzen ihrer Wirkungen zu begnügen. Es vergleicht zwar Newton selbst die Wirkung seiner Kraft mit der eines am Ende einer Schleuder befestigten Körpers, der durch eine Schnur stets gegen den Mittelpunkt seiner Bahn gezogen wird. Auch erläutert er seine Ansichten über diese Kraft oft genug durch Beispiele, die von dem Magnet genommen sind; aber er warnt zugleich seine Leser, die Kraft der Sonne nicht mit der des Magnet zu verwechseln, da jene die einzelnen Himmelskörper nicht blos zur Sonne hinzieht, sondern sie auch um die Sonne in Bewegung setzt, und dies in Folge ihres Zusammenwirkens mit einer Eigenschaft, die der Schöpfer in die Materie gelegt, der Beharrlichkeit, vermöge der jeder um die Sonne kreisende Körper dieselbe in gerader Linie

(der Tangente) verlassen würde, wozu ihn ein Stoß, den er ursprünglich erhalten, bestimmt. (Tangentialkraft.) Letzterer wirkt nach dem Gesetze der Beharrlichkeit ohne Aufhören fort, und der Körper würde in gerader Linie sich fortbewegen, allein die Centralkraft der Sonne wirkt beständig auf ihn und nöthigt ihn in krummer Linie seine Bahn zu beschreiben. Dabei ist die Centralkraft nach der jeweiligen Entfernung veränderlich, und deßhalb auch die Tangentialkraft, wodurch die Form der Bahnen, in welcher die Himmelskörper um die Sonne kreisen, verschieden wird, und von dem Verhältniß zwischen der Stärke der Centralkraft (Centripetalkraft) der Sonne und der Stärke des ersten Stoffes, den der rotirende Körper erhalten (Centrifugalkraft) abhängt. Sind beide Kräfte gleich groß, so erfolgt die Bewegung des rotirenden Körpers in Kreisform; ist die Fugalkraft bis auf einen gewissen Grad größer als die Centralkraft, so bewegt sich der Körper in einer Parabel (hufeisenförmiger Linie) und ist sie noch größer, in einer Hyperbel (einer der Parabel ähnlichen Linie). Ist dagegen die Fugalkraft kleiner als die Centralkraft, oder nicht in dem Grade größer, wie es der Fall seyn muß, wenn der Körper eine Parabel beschreibt, so erfolgt die Bewegung desselben in einer Ellipse, einem in die Länge gezogenen Kreis, in deren einem Brennpunkte der Centralkörper sich befindet. Aus diesen Bedingungen geht schon hervor, daß die meisten rotirenden Körper sich in letztgenannten krummen Linien, den Ellipsen, bewegen werden, da bei diesen nicht nur die größte Verschiedenheit des ursprünglichen Stoßes Statt finden konnte, sondern auch die geringste Stärke desselben im Verhältniß zur Centralkraft bedingt ist. Die Natur wählt aber stets die kleinsten Ursachen, um große Wirkungen hervorzubringen, daher die Ellipsen viel wahrscheinlicher sind, als die Hyperbeln.

Fassen wir nun Keplers und Newtons Entdeckungen Bezugs der himmlischen Bewegungen zusammen, so ergibt sich als das verbesserte Copernikanische, auf einfache

Naturgesetze zurückgeführte Sonnensystem folgende Ansicht vom Himmel und seinen Welten Fig. 13.

Weder in excentrischen Kreisen, noch in Epicykeln, sondern in Ellipsen, in deren einem Brennpunkte die Sonne sich befindet, bewegen sich in der bekannten Reihenfolge die Planeten um die Sonne, dem Mittelpunkte des Systems, und zwar so, daß sowohl zwischen ihren Entfernungen, als ihren Umlaufszeiten oder Geschwindigkeiten ein bestimmtes, gesetzmäßiges Verhältniß Statt findet. Dieß Alles geschieht vermöge einer der Sonne und jedem Körper innewohnenden Kraft, der sogenannten Schwerkraft oder Attraction, einer einzigen, einfachen Ursache, auf welche die ganze weit verbreitete und wunderbar verschlungene Masse von Erscheinungen zurückgeführt wird. Alle zum Systeme gehörigen Körper, die Sonne selbst mit eingerechnet, drehen sich um ihre Achsen, deren Richtungen sich stets parallel bleiben. Ueber den Planeten befinden sich in ungleicher, unermeßlicher Entfernung die Fixsterne und sowohl die Bewegung dieser als des ganzen Himmels innerhalb 24 Stunden um unsere Erde ist nur scheinbar und entsteht durch die wirkliche Bewegung der Erde um ihre Achse, die zwar nicht stets nach einem und demselben Punkte des Himmels zeigt, deren Richtung sich jedoch stets parallel bleibt.

Siebente Vorlesung.

Bestätigung der verbesserten Copernikanischen Kepler-Newton'schen Theorie.

In England wurde das durch Kepler und Newtons großartige Entdeckungen verbesserte Copernikanische System, mit dem

Bayerische Staatsbibliothek München

wir uns zuletzt unterhielten, allgemein bereitwillig aufgenommen. Nicht so auf dem Festland, wo besonders in Frankreich das sogenannte Wirbelsystem des Descartes, das der antimechanischen Periode Keplers schon angehörte und nach welchem alle Himmelskörper von Wirbeln umkreist würden, viele Freunde und Anhänger sich verschafft hatte. Erst als die Descartische Generation ausgestorben war, fand die Newton'sche Theorie allgemeinen Anklang, wozu auch nicht wenig die späteren Entdeckungen beitrugen, die der neuen Lehre noch mehr den Stempel der Wahrheit aufdrückten, wie wir nun sogleich von einigen näher sehen werden.

Noch zu Lebzeiten Newtons entstand zwischen französischen und englischen Physikern ein Streit über die nähere Gestalt unserer Erde. Wenn auch schon aus den bereits angeführten Gründen die Gestalt unserer Erde allgemein betrachtet kugelförmig ist, und man eigentlich auch nur nach ihrer Gestalt im Allgemeinen fragen und nur diejenige Oberfläche derselben darunter verstehen kann, welche das Wasser annehmen würde, wenn es die ganze Erde bedeckte, indem es mathematisch genommen ganz ungereimt ist, nach der Form eines Körpers zu fragen, der, wie der Augenschein lehrt, so viele Unregelmäßigkeiten zeigt und selbst täglich neuen Veränderungen unterliegt; so drängte sich doch die Frage auf, ob diese Gestalt denn doch nicht näher, wenn auch gleichfalls nur im Allgemeinen und abgesehen von den in Betracht zu ihrer Größe dennoch verschwindenden und unmerkbaren Unregrlmäßigkeiten, bestimmt werden könne, und ob nicht Gründe vorhanden sind, der Erde eine von der Kugelgestalt etwas abweichende Form zu zuerkennen?

Unter den Gründen, welche die Alten für die Kugelform der Erde anführten, hätte der aus den Mondsfinsternissen hergeleitete allein über die nähere Gestalt Auskunft geben können; allein leider sehen wir nur einen kleinen, ohngefähr den achten Theil vom Umkreise des Erdschattens und selbst den Rand dieses zu uneben und verwaschen, als daß wir genaue Messungen anstellen

und daraus sichere Schlüsse über die nähere Gestalt unserer Erde herleiten könnten. Die Fernrohre waren zu Newtons Zeiten auch noch nicht zu dem Grade der Vollkommenheit gediehen, daß man durch sie die Abplattung der anderen Planeten hätte entdecken und von ihnen aus analoge Schlüsse auf die Gestalt unserer Erde hätte ziehen können, die Erdumsegelungen sprachen auch nur im Allgemeinen für eine nach allen Seiten hin runde Gestalt, — wie sollte man der Wahrheit hier auf die Spur kommen?

Newton und seine Parthei hatte hier leichtes Spiel, so bald einmal Newtons Lehre von der allgemeinen Attraction in Wahrheit bestand. Nach ihr mußten alle Welten ursprünglich Kugelform annehmen, da nur bei dieser Gestalt alle Theile der Oberfläche vom Mittelpunkte gleich weit abstehen und gegen einander ins Gleichgewicht und so mit zur Ruhe kommen, und unsere Erde war demnach auch ursprünglich eine große und wie die Geologen aus guten Gründen versichern, im flüssigen Zustande befindliche Weltkugel. Diese Form würde sie ohne die tägliche Bewegung um ihre Achse beibehalten haben. Allein bei dieser bewegen sich nicht alle Theile ihrer Oberfläche mit gleicher Geschwindigkeit, sondern die näher an der Achse oder gegen den Pol zu liegenden um so langsamer, so wie die entfernteren, in der Nähe des Aequators, um so schneller, wie dieß am Besten auch an einer um ihren festen Mittelpunkt sich bewegenden Scheibe, z. B. einer Töpferscheibe, zu ersehen ist, wo ein nahe an ihrem Mittelpunkte befestigter Stift bei ihrer Umdrehung eine verhältnißmäßig ganz langsame Bewegung gegen den an ihrem äußersten Umfang angebrachten hat und die Kreise, welche von beiden bei einer jedesmaligen Umdrehung beschrieben werden, gar sehr in der Länge ihres Umfangs von einander abweichen. Mit dieser verschiedenen Geschwindigkeit der Theile, die so bedeutend ist, daß z. B. ein Punkt des vom Nordpol um 1° entfernten Parallelkreises der Erde in 24 Stunden nur 94 Meilen beschreibt, während ein Punkt des Aequators in derselben Zeit 5400 Meilen zurücklegt, war nun

Bayerische
Staatsbibliothek
München

aber auch eine größere Kraft derselben, von der Kugel sich loszureißen, eine sogenannte größere Fliehkraft, verbunden und so mußte es bei dem ersten weichen Zustande unserer Erde geschehen, daß zu den von der Achse entferntesten, mithin mit der größten Fliehkraft versehenen Erdtheilen nicht sowohl aus der nächsten Umgebung, als hauptsächlich von den an den beiden Endpunkten der Achsen liegenden Theilen stets mehrere herabstürzten und eine größere Anhäufung der Erdmasse daselbst veranlaßten. Die Theile der Kugel aber, welche bei ihrer Umdrehung von der Achse am weitesten abstehen, und sich daher am schnellsten bewegen, liegen in dem von beiden Polen gleichweit entfernt liegenden größten Kugelkreis, dem sogenannten Aequator, und die Erde ist demnach eine an dem Aequator erhabene und an den Polen abgeplattete Kugel, ein Sphäroid oder pomeranzenförmiger Körper. Mit dieser Ansicht stimmte auch eine Beobachtung überein, die der Naturforscher Richer (1672) zu Cayenne, einer nahe am Aequator liegenden Stadt Südamerikas, an seinem aus Paris mitgebrachten genau gehenden Sekundenpendel gemacht hatte. Man nennt aber ein Sekundenpendel dasjenige an einer genau und richtig gehenden Uhr befindliche Pendel, welches in einer Sekunde eine ganze Schwingung, d. h. den Bogen von A nach C (Fig. 13*) oder von C nach A beschreibt und demnach in einer Stunde 3600 solche Schwingungen vollendet. Je kürzer das Pendel ist, oder je näher die Pendellinse B dem Aufhängpunkt D gerückt ist, um so schneller geht dasselbe in Folge der steileren Bahn, von welcher die Linse herabfällt; dasselbe ist aber auch der Fall, wenn das Pendel von A nach B und rückwärts von C nach B schneller fällt, d. h. von der Anziehungskraft des Mittelpunktes der Erde mehr afficirt wird. Nun bemerkte Richer, daß seine in Paris früher richtig gehende Sekundenuhr in Cayenne zwar einen gleichförmigen Gang beibehielt, allein fortwährend täglich um 2 Minuten 28 Sekunden zu langsam ging, so daß er die Pendellinse dem Aufhängepunkte um 1¼ Linie näher rücken mußte, um 3600

Bayerische Staatsbibliothek München

Schwingungen des Pendels für jede Stunde zu erhalten; als er aber nach Paris zurückgekommen, sah er, daß sein Pendel genau so viel Schwingungen täglich zu viel machte, als zu Cayenne zu wenig, und daß er das Pendel wieder um 1¼ Linie zu verlängern hatte, damit seine Uhr in Paris genau die Zeit angab.

Offenbar, folgerte Newton und der große Naturforscher Huyghens, ein Holländer, ist der Grund dieser verzögerten Schwingungen des Pendels am Aequator, abgesehen auch davon, daß die Ausdehnung der Pendelstange durch die größere Hitze daselbst etwas dazu beigetragen haben mag, kein anderer, als die verminderte Wirkung der Anziehungskraft des Mittelpunkts der Erde am Aequator, welche nothwendigerweise aus der Achsenbewegung und der damit verbundenen Erhöhung der Erde am Aequator sich ergibt. Je schneller ein Körper sich bewegt, um eine so größere Kraft erhält er zu entfliehen und um so mehr schwächt er die Angriffe einer anderen, auf ihn wirkenden Kraft. Die Körper entziehen sich daher nicht nur aus diesem Grunde in der Nähe des Aequators der Wirkung der Schwerkraft mehr als gegen die Pole zu, sondern diese Schwerkraft selbst ist am Aequator, dem erhabensten und vom Mittelpunkt der Erde am weitesten abliegenden Theile, wegen der größeren Entfernung geringer als an den Polen und ihre verminderte Wirkung muß deßhalb um so bemerkbarer werden.

Mit der Waage in der Hand läßt sich dieß freilich nicht erfahren, da wir beim Wägen eines Körpers dem Gewichte desselben bloß durch das gleiche Gegengewicht unter ganz einerlei Umständen entgegenwirken, und also beide Körper, von den Polen an den Aequator gebracht, am Gewichte gleich abnehmen würden. Es wäre dieß nur möglich, wenn die eine Waagschaale in der Nähe des Pols und die andere in der des Aequators sich befände, wo es sich dann freilich herausstellen würde, daß 299 Pfunde in der ersten Waagschaale 300 gleichen Pfunden in der zweiten vollkommen das Gleichgewicht halten würden. Man überzeugte sich

aber von dieser Abnahme der Schwere auch noch dadurch, daß man untersuchte, welches Gewicht an beiden Orten zur Ueberwältigung der Elasticität ein und derselben Feder nöthig war, und mit welcher Schnelligkeit Kugeln über geneigte Ebenen herabrollten, die dieß bei gleichen Neigungswinkeln der gleichlangen Ebenen gegen den Horizont unter sonst übereinstimmenden Umständen um so schneller thun mußten, je mehr die Schwere auf sie wirkte, eben so, welche Vertiefungen in dieselbe weiche Masse ein und derselbe von einer bestimmten Höhe herabfallender Körper verursachte und welches Gewicht man zum Zerreißen desselben Seiles an beiden Orten anwenden mußte; und erhielt bei diesen Untersuchungen allen gleiche Resultate wie aus den Pendelversuchen, die seit Richer von vielen Naturforschern selbst auf den Schneegipfeln der südamerikanischen Bergkette, welche mit Paris gleiche Temperatur haben, wiederholt und auf das Genaueste den Berechnungen unterworfen wurden.

Nicht so leicht wurde es den französischen Gelehrten, den Gegnern der Newton'schen Theorie, mit der näheren Bestimmung der Gestalt unserer Erde ins Klare zu kommen. Sie suchten durch Messen und Rechnen sich Raths zu erholen. Ist nämlich, so schlossen die französischen Geometer mit Recht, die Erde eine vollkommene Kugel, so werden alle Erdmeridiane, die wir schon früher kennen lernten, vollkommen gleich große Kreise seyn und einzelne Bogenstücke derselben von einer gleichen Anzahl Grade, Minuten, Sekunden werden stets gleiche Länge haben. Ist dem aber nicht so und findet man die Länge eines Meridiangrads an verschiedenen Orten verschieden groß, so ist offenbar an der Stelle der Erdmeridian mit einem größeren Halbmesser beschrieben und die ganze Gestalt der Erde mehr eben und abgeplattet, wo der Meridiangrad größer, als wo er kleiner ist. Denn wäre die Erde ganz flach, so würde, man möchte sich in der Richtung eines Erdmeridians immerhin gegen Norden bewegen, sich doch kein Stern im Süden unter dem Horizont verbergen; nun sie

aber gekrümmt ist, so verschwinden auf der einen Seite nach Süden hin die Sterne, während sie sich auf der andern nördlichen Seite erheben, und beides geschieht um so später, je weniger gekrümmt die Erde ist. Davon suchten sich diese Gelehrten nun durch Messungen zu überzeugen, und so fanden mehrere französische Physiker, unter denen besonders die beiden Cassini, Vater und Sohn, zu nennen sind (1700 — 1718), der von Newton ausgesprochenen Ansicht von der Gestalt der Erde gerade zuwider, die nördlichen Grade der Erdmeridiane kürzer als die südlicheren, den Grad zwischen Bourges und Paris 57098, zwischen Paris und Amiens 57060 und zwischen Amiens und Dünkirchen 56970 Toisen lang, und sahen sich dadurch genöthigt, die Erde gegen den Aequator hin, wo die größeren Grade sind, für mehr flach und gegen die Pole hin, wo die kleineren Grade sind, für mehr gekrümmt zu halten und ihr deßhalb eine am Aequator abgeplattete und an den Polen erhabene, citronenförmige Gestalt zuzuschreiben. „Der Erfahrung und Messung, erklärten die französischen Akademiker gegen die englischen, müsse man mehr als bloß theoretischen Muthmassungen, wie sie Newtons Gründe nannten, glauben." Und wer wollte nicht mit ihnen übereinstimmen und auf ihre Seite treten, wenn sich wirklich solche Resultate durch die Rechnung herausstellten? Aber eben daran zweifelten die englischen Gelehrten, die leider Newton nicht mehr an ihrer Spitze hatten, allein zu sehr auf ihn hielten, um seine Lehre von der Gestalt der Erde, die mit der ganzen Theorie in der engsten Verbindung stand, sogleich aufzugeben, und nicht mit Unrecht wandten sie gegen die französischen Messungen vorab ein, daß die gemessenen Meridianbögen, einmal zwischen Paris und Amiens und dann zwischen Amiens und Dünkirchen, viel zu nahe an einander lägen und auf einem allzu kleinen Erdstriche beisammen, als daß sich hierauf mit Sicherheit auf die nach den Polen zu abnehmende Größe der Meridiangrade um 90 Toisen oder 540

par. Fuß und auf die daraus hervorgehende Gestalt der Erde schließen lasse.

Es wäre allerdings die Sache Englands gewesen, den französischen Messungen durch bessere und ausgedehntere entgegen zu treten. Allein von diesem geschah nichts, und deßhalb beschloß die französische Regierung (1735) in Berücksichtigung der gegen die früheren Messungen gemachten Einwendungen zwei Gelehrtenvereine zur Messung von Meridiangraden der Erde, theils so nahe als möglich an den Polen, theils unter dem Aequator, abzuschicken. Unter der Leitung Maupertuis maßen (1736—38) die Gelehrten Clairaut, le Monnier, Camus und Outhier bei der Stadt Tornea in Lappland unter dem nördlichen Polarkreise ein Stück des Erdmeridians und fanden die Länge eines Grades 57422 Toisen lang. Der zweite Verein, aus den Gelehrten Bouguer, de la Condamine, Godin, Jussieu und Couplet bestehend, stellte gleichzeitig seine Gradmessungen in der Landschaft Quito auf den Hochebenen zwischen Tarqui und Cotesqui unter dem Aequator an, und erhielt als Resultat seiner äußerst mühvollen und gefährlichen Arbeit, die nicht weniger denn 8 Jahre währte, die Länge des einzelnen Meridiangrades zu 56753 Toisen, mithin um 669 Toisen kleiner als am Aequator und auch beträchtlich kleiner als in Frankreich, wo man die Länge des Grads zu 57074 Toisen gefunden hatte.

Die Streitfrage über die Gestalt der Erde war nun gelöst, und Newtons Gründe für ihre Abplattung an den Polen, so wie überhaupt dessen ganze Theorie ergaben sich keineswegs als bloß theoretische Muthmassungen.

Seitdem wurden fast in allen Theilen der Welt Messungen von Meridiangraden angestellt und immer stellte sich, wenn auch gerade die einzelnen Messungen nicht ganz genau übereinstimmten, was wegen der vielen, dabei vorkommenden Schwierigkeiten und Hindernissen auch nicht zu erwarten, als allgemeines Resultat

heraus: daß die Meridiangrade von den Polen gegen den Aequator hin an Länge abnehmen und am Aequator selbst am kleinsten sind. Daraus ergibt sich aber als weitere Folgerung: Daß die Erde an dem Aequator stärker gekrümmt, als an den Polen, oder ein an ihren Polen abgeplattetes Sphäroid ist, dessen Achse kleiner als der Durchmesser des Aequators. Nach den neuesten Messungen und Berechnungen ergibt sich für die mittlere Länge der Erdachse und des Aequatordurchmessers das Verhältniß von 299: 300: d. h. die Abplattung der Erde ist 1/300, oder wenn man den Aequatordurchmesser in 300 gleiche Theile theilt, so zählt derer die Erdachse 299, und als die mittlere Länge eines Meridiangrades erhält man 57013 Toisen oder 15,0018 geographische Meilen, welche Resultate wohl der Wahrheit sehr nahe kommen. Eine Ahnung von dieser Abplattung unserer Erde scheint schon Empedokles gehabt zu haben, welcher das Hervorsprudeln des Quellwassers daraus erklärte, daß die Erde durch die Schnelligkeit des Umschwungs zusammengepreßt und so das in ihr enthaltene Wasser herausgetrieben werde.

Was nun die Größe unserer Erde betrifft, d. h. die Bestimmung der Länge ihrer zwei verschiedenen Achsen, ihres Umfangs, ihrer Oberfläche und ihres körperlichen Inhaltes, so wäre solche, nachdem wir einmal die Länge eines Grades ihres Umfangs durch unmittelbare Messung kennen gelernt haben, mit Hilfe der Sätze der Elementargeometrie leicht zu bestimmen, wenn wir sie als vollkommene Kugel zu betrachten ermächtigt wären.

Aber fragen wir uns, würden wir denn auch auf die Berechnung eines vollkommenen Sphäroids hin richtige Resultate für die Größe unserer Erde erhalten, ist nicht vielmehr ihre Gestalt zu irregulär, als daß sich je der Wahrheit ganz nahe kommen ließe? Die verneinende Antwort auf diese Frage und die Bemerkung, daß doch die Abplattung unserer Erde ganz gering

ist, leitete nun von jeher die Geometer bei der Berechnung der Größe der Erde zu der Ansicht; daß die Abplattung nicht so bedeutend, um sie nicht bei den gewöhnlichen Berechnungen der Größe der Erde unberücksichtigt lassen zu können, und daß man die Erde bei nicht sehr strengen Forderungen als Kugel betrachten kann.

Nach dieser Ansicht ergeben sich nun für die Größe unserer Erde leicht folgende Resultate:

1) Den Umfang eines Kreises erhält man aus der bekannten Länge eines Grades desselben, die wir mit Vernachlässigung des kleinen Bruches im Allgemeinen 15 geogr. Meilen setzen wollen, wenn man diese Länge mit der Gesammtzahl der Grade des Kreisumfangs, d. i. mit 360 multiplicirt; und daher ist der Umfang der Erde $= 15 . 360 = 5400$ geogr. Meilen.

2) Der Umfang eines Kreises verhält sich zu seinem Durchmesser, wie 355: 113, woraus sich der Durchmesser des Aequators $= \frac{5400 . 113}{355} = 1719$ geogr. Meilen ergibt.

3) Der Durchmesser des Aequators verhält sich zur Erdachse $= 300 : 299$ und daher mißt die Erdachse $= \frac{1719 . 299}{300} = 1713$ geogr. Meilen.

4) Die Oberfläche einer Kugel erhält man, wenn man den Umfang ihres größten Kreises mit ihrem Durchmesser multiplicirt. Dadurch wird die Oberfläche der Erde $= 1719 . 5400 = 9282600$ geogr. Quadratmeilen, von denen jedoch kaum der vierte Theil festes, bewohnbares Land ist.

5) Den körperlichen Inhalt einer Kugel schließlich findet man, wenn man die Oberfläche der Kugel mit dem sechsten Theil

ihres Durchmessers multiplicirt, und daraus ergibt sich der körperliche Inhalt der Erde $= \frac{9282600 . 1719}{6}$ $= 2659464900$ geogr. Cubikmeilen.

Bei der Bestimmung der zwei letzten Größenverhältnisse der Erde hat die Berücksichtigung ihrer Abplattung, wie leicht ersichtlich, den größten Einfluß, und man findet als genaueres Resultat von den Geometern angegeben:

die Oberfläche der Erde = 9272176 geogr. Quadratmeilen,
den Körperinhalt der Erde = 2659100000 geogr. Kubikmeilen.

Wie wenig aber selbst die uns bekannten höchsten Gebirge die Gestalt unsrer Erde, man betrachte sie als Kugel oder Sphäroid, beeinträchtigen, davon kann man sich leicht durch folgende Vergleichung der Höhe und Größe dieser Berge mit der Erdmasse überhaupt überzeugen.

Die höchsten, bis jetzt bekannt gewordenen Gebirgsgipfel sind nicht mehr den 27000 paris. Fuß über der Meeresfläche erhaben: der Dhavalagiri 26350, der Nevodo von Sorata in den südlichen Anden 23650, der Chimborazo 20150, der Montblank 14760 par. Fuß. Abgesehen nun auch davon, daß nur die Gesammtmassen der Gebirge und Hochländer wesentlich die Kugelfläche abändern könnten, wo diese Höhen nur als einzelne Spitzen über das minder hohe Gebirge emporragen, so beträgt doch selbst die größte Höhe kaum den 1500sten Theil des Erddurchmessers und benimmt der Erde an ihrer Kugelgestalt eben so wenig, als eine kleine runde Scheibe von etwas starkem Papier die Gestalt der Kugel von 1½ Schuh im Durchmesser beeinträchtigt, auf welche sie geklebt ist oder der Stecknadelknopf auf einem runden Nähkissen letzterem die Runde benimmt.

In die feste Erdrinde sind wir an einigen Stellen 1000—1500 Fuß eingedrungen, und die größte Tiefe, der Steinkohlenbruch zu Whithehaven, beträgt selbst 3060 Fuß. Wird die Erde durch

einen Globus von 6 Schuh Durchmesser dargestellt, so würde die bis jetzt erreichte größte Schachttiefe auf einer solchen Kugel noch nicht die Dicke des Papiers, womit die Kugel überzogen, durchdringen. Noch viel dünner ist aber der ganze organische Ueberzug der Erde, Alles, was auf ihr lebt. Dieser liegt nicht dicker auf ihr, als der Duft auf der reifen Frucht.

Als anderweitige Bestätigungen der neuen Theorie sind weiter zu nennen die entdeckten Störungen, welche die Planeten durch ihre gegenseitigen Anziehungen in ihren Bahnen erleiden, dann die neu entdeckten Planeten und die berechneten Bahnen einiger Kometen.

Was nun die sogenannten Störungen, Perturbationen, betrifft, in Folge deren die Gestalt, Größe und Lage der einzelnen Planetenbahnen kleinen Veränderungen unterliegen und dadurch die Einfachheit der Berechnung gestört wird, nicht aber die Ordnung und Harmonie in der Schöpfung Gottes, so mußten sich einige derselben schon sehr frühe durch die Beobachtungen bemerklich machen, wie z. B. die große Ungleichheit, die aus der gegenseitigen Anziehung der zwei größten Planeten unseres Sonnensystems, des Jupiters und des Saturns, entsteht. Noch mehr mußte dieß aber der Fall seyn, als man sich jetzt bemühte, nicht bloß für die Sonne und den Mond, sondern auch für die übrigen Planeten nnd deren Satelliten ganz genaue Tafeln zu entwerfen. Hier konnten die durch die gegenseitige Einwirkung veranlaßten Störungen nimmermehr übersehen und mußten mit in Rechnung gezogen werden, wenn anders die Berechnungen der Planetenbahnen mit den Beobachtungen in Uebereinstimmung gebracht werden sollten.

Es war keine geringe Aufgabe, in diese Masse von scheinbaren Verwirrungen, die aus der gegenseitigen Anziehung sich ergeben mußten, Ordnung und Licht zu bringen, was nur durch die vereinte Bemühung einer ganzen Reihe von ausgezeichneten

Mathematikern, wie Clairaut, Euler, d'Alambert, Lagrange, Laplace, Poisson, T. Maier u. a. m. geschehen konnte und durch Gauß, Struve, Bessel, Enke noch geschieht.

Zu der Berechnung der Störungen gehört nämlich vor Allem die Kenntniß der Masse des störenden Planeten. Bei den mit Monden versehenen Planeten läßt sich aus der Stärke, mit welcher sie diese Monde anziehen, was wir aus deren Geschwindigkeit erkennen, auf die Masse und Dichtigkeit des Planeten selbst ein sicherer Schluß ziehen. Bewegen sich z. B. die Monde des seiner Größe nach bekannten Jupiters in ihren verschiedenen Entfernungen verhältnißmäßig langsamer als unser Mond, so kommt dieß davon her, daß Jupiters Masse geringer als die unserer Erde ist, und es läßt sich leicht bestimmen, in welchem Grade dieß der Fall ist. Allein bei den Planeten ohne Monde wird die Masse selbst erst durch diese Störungen gefunden. Kennt man nämlich z. B. die Störungen unserer Erde durch den Mars, so wird sich bei der bekannten Entfernung desselben von unserer Erde und der Größe seines Volumens leicht durch Rechnung ergeben, ob diese Störungen in der Voraussetzung, daß er gleiche Masse mit unserer Erde habe, zu groß oder zu klein sind. Zieht er die Erde zu stark an, als es nach Verhältniß seiner Größe und Entfernung erwartet werden muß, so kann dieß nur daher rühren, daß seine Masse dichter als die unserer Erde ist; stört er die Erde zu wenig, so kommt es von seiner lockerern Masse her.

So stehen also Störungen und Masse im genauesten Zusammenhange und läßt sich eines aus dem anderen herleiten, wodurch man in den Stand gesetzt wurde, die Dichtigkeit der einzelnen Planeten zu bestimmen und für sie Tafeln zu entwerfen, die mit den Beobachtungen größtentheils auf eine in der That merkwürdige Weise übereinstimmen und so die Wahrheit der neuen Theorie ausser allen Zweifel setzen. Beständen die einzelnen zu unserem Sonnensystem gehörigen Himmelskörper aus ein und dersel-

ben Masse, so wäre die Sonne ohngefähr so dicht wie Pechkohle oder Ebenholz, Merkur wie feines Kupfer, Venus und Erde wie Eisenhammerschlag, unser Mond wie Krystallglas, Mars wie Magneteisenstein, Jupiter wie Braunkohle oder Bernstein, Saturn aber nicht dichter als Kirschbaumholz und weniger dicht als alle uns bekannten tropfbaren Flüssigkeiten. Es ist dieß beinahe das Einzige, was wir über die Physik der Himmelskörper gewiß wissen und wir werden später sehen, welche Folgerungen sich weiter daraus ziehen lassen.

Eine weitere Bestätigung des neuen Systems gewähren, wie bereits bemerkt, die neuentdeckten Planeten und die Kometen. Wilhelm Herschel, ein Hannoveraner von Geburt, entdeckte am 13. März 1781 an der äussersten Grenze unseres Sonnensystems einen neuen Planeten, den Uranus, und einige Zeit darauf Anfangs des XIX. Jahrhunderts wurden, gleichfalls von Deutschen, noch vier dergleichen, Ceres, Pallas, Juno und Vesta zwischen Mars und Jupiter rollend aufgefunden, und sie alle zeigten sich den Gesetzen, die Kepler und Newton aufgestellt, eben so unterworfen, als alle übrigen älteren Mitglieder des Sonnensystems, von welch letzteren man die Gesetze kennen gelernt hatte. Aber auch selbst die Kometen, von denen man Anfangs glaubte, daß sie sich nur auf Gerathewohl, gleich den Wolken, über uns bewegen, gehorchen denselben Gesetzen der Schwere, und gehören mehr oder weniger unserem Sonnensysteme an, so daß man bereits von dreien dieser mit Sitz und Stimme im großen Weltall berechtigten Himmelskörpern die Bahnen genau genug kennt, um ihre Wiederkehr zur Sonne mit Sicherheit vorausbestimmen zu können.

Achte Vorlesung.

Beweise der neuen Kepler=Newton'schen Theorie.

a) Beweise für die tägliche Bewegung der Erde um ihre Achse.

b) Beweise für die jährliche Bewegung der Erde um die Sonne.

Von allen Seiten, sahen wir in unserer letzten Unterhaltung, wurde die Wahrheit des neuen Kepler=Newtonischen Systems vollkommen bestätiget, und wer sollte ihm daher nicht huldigen, zumal wenn er noch heute mit uns die Beweise für die Bewegung der Erde, sowohl täglich um ihre Achse, als jährlich um die Sonne, wie sie jetzt einschließlich der Entdeckungen, die nach Newton am Himmel gemacht wurden, aufgestellt werden können, näher kennen lernt und einer näheren Betrachtung unterstellt? Beschäftigen wir uns nun zunächst mit den Gründen, welche die Bewegung unserer Erde um ihre Achse ausser Zweifel setzen und lernen davon nicht weniger als fünf kennen.

Wenn es gleich auf den ersten Anblick des gestirnten Himmels scheinen mag, als befänden sich alle die verschiedenen Himmelskörper gleichsam an einer hohlen Halbkugel angeheftet und aus Mangel an allen Gründen zur Bestimmung ihrer Entfernung, insgesammt in gleicher Weite von uns, so überzeugt uns doch bald die aus der Beobachtung des Himmels gemachte Erfahrung, daß die zu unserm Sonnensysteme gehörigen Weltkörper, die Planeten, Fixsterne öfters verdunkeln, indem sie vor dieselben zu stehen kommen, daß dem nicht also sey und die sogenannten Fixsterne sich viel weiter von uns befinden müssen, als es bei den genannten Himmelskörpern der Fall ist. Aber auch von den Fixsternen können wir theils aus der verschiedenen Größe und dem verschiedenen Glanze, mit welchen sie uns sichtbar werden, theils aus ihrer Bedeutung als Himmelskörper und der wirkenden Kraft

der Schwere wohl mit Zuverlässigkeit behaupten, daß sie nicht in gleicher Entfernung von uns stehen, sondern die einen von den andern weit entfernt und nicht alle im großen Weltall, wie es uns scheint, neben, sondern hinter einander ihre Stelle einnehmen. Nur ist die Entfernung selbst derer, die wir aus Gründen, die später ihre Erörterung finden, für die nächsten zu halten haben, ungeheuer groß, einmal weil wir sie selbst durch unsere besten Fernrohre nicht anders als bloß glänzende Punkte mit stets gleich starkem Lichte erblicken, und dann, weil ihre gegenseitige Stellung und Lage sich gar nicht ändert, von welchem Orte der Erde aus man sie auch betrachten mag, und kaum merklich ändert, wenn man sie von zwei entgegengesetzten Punkten der Erdbahn beobachtet.

Daß für zwei noch so weit auf unsre Erde auseinander liegende Orte die Fixsterne kein Parallaxe zeigten, hatten die Alten schon ermittelt und deßhalb auf eine äusserst bedeutende Entfernung der Fixsterne von unserer Erde geschlossen; daß aber selbst eine mehr denn 24000mal größere Entfernung der beiden Orte, von denen wir die Fixsterne aus betrachten, ebenfalls fast keinen Einfluß auf die gegenseitige Stellung und Lage ausübt, daß die 40 Millionen Meilen, der Durchmesser der Erdbahn, um welche wir nach einem halben Jahre von heute an unsere Stelle im Weltall geändert haben, nicht von solcher Erheblichkeit sich äussern, daß wir um einen Stern im Meridian culminiren zu sehen, das Fernrohr das einemal um eine einzige volle Sekunde höher oder niedriger zu stellen hätten, als das anderemal; das zeigte von einer Entfernung, die ins Unglaubliche geht, und von der man früher keinen Begriff haben konnte, das zeigte aber auch von einer ungeheueren Größe dieser Himmelskörper, die in so unermeßlicher Ferne noch sichtbar sind.

Würde sich nun die Erde nicht um ihre Achse bewegen und dadurch die tägliche Bewegung dieser Himmelskörper nicht als eine scheinbare, sondern wirkliche sich darstellen, mit welch' un-

glaublicher Schnelligkeit müßte nicht diese Bewegung erfolgen, welch' unermeßliche Kräfte gehörten nicht zur Bewegung und Bahnbestimmung dieser gewaltigen Massen, und wie verschieden und dem Gesetze der Attraction gerade zu entgegen müßten nicht diese Kräfte wirken, um die in so verschiedenen Entfernungen sich befindenden Himmelskörper dennoch in gleicher Zeit um die Erde herumzuführen, die sie mit einer um so größeren Kraft anzöge, je weiter sie von ihr entfernt sind! Die Sonne müßte in einer Sekunde nicht weniger als 1450 Meilen durchfliegen, aber schon der uns bekannte entfernteste Planet unseres Sonnensystems, Uranus, dessen Entferung von unserer Erde c. 400 Millionen Meilen beträgt, in derselben Zeit 27000 Meilen, und wenn schon diese Geschwindigkeit keine analoge auf unserer Erde hat, als die des Lichtes, welches, wie wir später näher sehen werden, in einer Sekunde einen Weg von 40000 Meilen zurücklegt, — was sollen wir zu jener Geschwindigkeit sagen, mit der sich der unserem Wohnort zunächst stehende Fixstern, dessen Entfernung unter der Voraussetzung einer jährlichen Parallaxe von einer Sekunde mehr denn 4 Billionen Meilen beträgt, in einer Sekunde zu bewegen hätte, die nicht weniger als eilf Billionen Meilen ausmachen und dreihundert Millionen mal größer als die des Lichtes seyn würde?

Hätten die Alten von dieser Entfernung der Himmelskörper deutlichere Begriffe gehabt, sie würden weniger Anstand genommen haben, die tägliche Bewegung des Himmels als bloß scheinbar, durch die in entgegengesetzter Richtung erfolgende Achsendrehung der Erde bewirkt, zuzugeben, da letztere doch nur mit einer einer abgeschossenen Kanonenkugel etwa gleichkommenden Geschwindigkeit erfolgt und ein Punkt des Aequators, allwo die Schnelligkeit am größten, in einer Sekunde nicht mehr als den sechszehnten Theil einer Meile zurückzulegen hat. Um den Tropfen am Eimer aus dem großen Ocean der Welten sollte sich jene Unzahl übergroßer Welten mit unbegreiflicher Schnelligkeit bewegen, um dieselbe Erscheinung zu bewirken, welche erfolgt, wenn die

kleine Erde sich einmal um sich selbst herum dreht? Sollte hier das Gesetz der Natur: Alles auf dem möglichst kürzesten Weg zu erreichen und bei allem Reichthum dennoch die größte Sparsamkeit zu beobachten, eine Ausnahme erlitten haben? Keineswegs, denn die Erde dreht sich wirklich in der Richtung von West nach Ost um ihre Achse, also in der entgegengesetzten Richtung des Himmels, was sich aus folgenden Gründen selbst mit mathematischer Gewißheit nachweisen läßt.

1) Mit der Meßruthe in der Hand haben die großen Geometer, hauptsächlich Frankreichs und Englands, nachgewiesen, daß die Erde an den Polen abgeplattet und am Aequator erhaben sey. So wie nun ein um einen feststehenden senkrechten Stift als Achse sich bewegender metallner Kugelstreifen bei schneller Umdrehung nicht mehr die Kreisform beibehält und eine Kugel zu bilden scheint, sondern in die Länge gezogen, also elliptisch geformt wird und bei seiner Umdrehung ein Ellipsoid zu beschreiben scheint, so muß auch die Abplattung unserer Erde von einer ähnlichen Ursache herrühren und sie sich also um ihre Achse bewegen, da sie ausserdem gewiß die ihr ursprünglich zukommende Kugelgestalt würde beibehalten haben.

2) Dreht sich die Erde als kugelförmiger Körper um ihre Achse, so müssen die am Aequator befindlichen Theile wegen der größeren Fliehkraft, die ihnen durch die Drehung ertheilt wird, sich mehr der vom Mittelpunkte der Erde ausgehenden Kraft der Schwere entziehen und weniger dahin gezogen werden, als die vom Aequator entfernteren Erdtheile, hauptsächlich die Pole, wo die Fliehkraft selbst fast gänzlich aufhört. Da dem nun wirklich so ist, und, was wir sowohl am Pendel als an elastischen Federn und am Falle der Körper über schiefe Ebenen u. s. w. sorgsam beobachteten, die Körper am Aequator wirklich ein geringeres Gewicht haben, als an den Polen, und zwar ein geringeres, als in Folge der Abplattung allein zu erwarten war, so ist dadurch gleichfalls die Drehung der Erde um ihre Achse ausser allen Zweifel gesetzt.

3) Zunächst den beiden Seiten des Aequators der Erde, in der heißen Zone, ist die Hitze viel größer, als in größerer Entfernung von ihm. Dieß bewirkt, daß die durch die Wärme verdünnte, leichtere Luft sich in die Höhe erhebt, nach Nord und Süd abfließt und ihre Stelle sogleich durch andere von Nord und Süd herkommende, kältere Luftschichten ersetzen läßt. Würde sich nun die Erde nicht um ihre Achse drehen, so müßten diese Strömungen stets von Nord und Süd her erfolgen. Allein ihre Richtung ist das ganze Jahr hindurch eine nord- und südöstliche, die in der Bewegung der Erde um ihre Achse ihren Grund hat. Bei dieser kommt nämlich die einstürzende, kältere Luft aus Gegenden, die eine geringere Bewegung nach Osten haben, als die, nach welchen sie weht. Da nun jeder Theil der Atmosphäre dieselbe Rotationsgeschwindigkeit hat als der unter ihr befindliche Punkt der Erdoberfläche, so bleibt die kältere Luft in den wärmeren Luftschichten zurück und macht sich den Bewohnern, die ihre eigene schnelle Bewegung von West nach Ost nicht merken, als ein Stoß von Nord- oder Südost fühlbar. Passatwinde. Die Passatwinde zeigen sich besonders in der Nähe der Wendekreise; dem Aequator näher gehen sie in einen Ostwind über, und wie diese Luftströmungen noch näher zum Aequator gelangen, finden sie Zeit sich die Schnelligkeit der Erdfeste anzueignen, und werden am Aequator selbst unmerklich.

4) Als weiterer Beweis für die Achsenbewegung der Erde gilt die Erfahrung, daß schwere Körper, z. B. Bleikugeln, von großen Höhen herab oder in große Tiefen hinabgeworfen, nicht senkrecht herabfallen, sondern etwas nach Osten hin. So muß es aber auch geschehen, wenn die Erde und die sie begleitende Atmosphäre sich um ihre Achse dreht. Da nämlich alle mit der Erde verbundenen Körpertheile, also auch die Spitze des Thurms und die auf einer Oeffnung daselbst liegende erwärmte Kugel die Bewegung der Erde von West nach Ost theilen und letztere sich schneller bewegt als der Fußpunkt des Thurms, so wirken im Augenblicke

des Durchfallens der kalt und mithin kleiner gewordenen Kugel durch die besagte Oeffnung zwei Kräfte auf sie: die Schwer- und die Schwungkraft, von deren ersteren sie senkrecht herab, von der zweiten gerade aus nach Osten getrieben werden würde. Die Kugel folgt nun weder ganz der einen, noch der andern Kraft, und gelangt so, da sie doch der mächtiger wirkenden Schwerkraft nachgeben muß, in einer nach Osten gekrümmten Curve auf die Erde, wie dieß Figur 14 deutlich macht.

Wäre die Kugel auf der Spitze a des Thurms ma liegen geblieben, so wäre sie in 3 Sekunden mit dem Thurm von a nach d gekommen. Da sie nun ihrer Niederlage auch beraubt ihre Geschwindigkeit beibehält, so nähert sie sich zwar der Erde zufolge der Anziehungskraft der letzteren, allein nicht in einer geraden senkrechten Linie, sondern in einer parabolischen Bahn ao und schlägt in o auf, so daß mo eben so lange als ad ist. Westlich würde die Kugel nur fallen, wenn die Erde erst in dem Augenblicke, wo die Kugel zu fallen begann, sich um ihre Achse zu bewegen angefangen hätte; und senkrecht, wenn sie sich gar nicht darum bewegte, wo der um E beschriebene Kreis den Aequator unserer Erde und der Bogen fg die Bahn bezeichnet, welche ein außerhalb der Erdoberfläche befindlicher Punkt bei der Drehung der Erde um ihre Achse beschreibt. In neuerer Zeit ist die östliche Abweichung fallender Körper hauptsächlich durch Benzenberg und Reich außer allen Zweifel gesetzt. Ersterer machte seine Versuche im Innern des Michaelisthurms zu Hamburg, wo die 31 Kugeln, die er daselbst von einer Höhe von 235 Fuß herabfallen ließ, im Mittel um 4 Linien östlich abwichen; Letzterer in Freiberg auf der Dreibrüder-Schlacht. Reich machte 106 Versuche bei einer Fallhöhe von 488 Fuß und fand die östliche Abweichung 12½ Linien groß.

Ein noch günstigeres Resultat würden diese Versuche gewähren, wenn sie näher am Aequator angestellt würden, wo die Fliehkraft am stärksten ist. Dort bewegt sich ein Punkt der Erdober-

fläche in einer Sekunde c. 1500 Fuß, während dieß z. B. in Hamburg nur c. 900 Fuß weit geschieht.

Dieser vierte Grund für die Achsendrehung unserer Erde ist um so merkwürdiger, als von den Gegnern des Copernikanischen Systems, insbesondere von Tycho de Brahe, gerade die entgegengesetzte Erscheinung, nämlich ein Fallen der Körper nach Westen, falls die Erde sich von West nach Ost bewegte, erwartet wurde, weil sich ja während des Fallens der Thurm mit der Erde nach Osten weiter bewegt habe. Sie bedachten nicht, daß mit der Erde nicht bloß der Thurm und die den Stein auf demselben haltende Hand, sondern die ganze Atmosphäre und Alles zur Erde Gehörige, also auch der von der Spitze des Thurms herabfallende Stein, die östliche Bewegung gleichfalls theile und daher, wie ein anderer Gegner, Riccioli, einwandte, den Vögeln, wenn sie in der Luft schweben, durch die Achsendrehung der Erde ihre Nester und ihre brütenden Gatten eben so wenig weggeführt werden, als wenn sie darneben auf festen, irdischen Gegenständen säßen. Sieht man doch öfters bei Windstille dieselbe Wolke stundenlang über einem und demselben Orte stehen, was doch nimmermehr der Fall seyn könnte, wenn die Atmosphäre nicht von der Erde angezogen würde und diese ungefähr so begleitete, wie der Strahlenschein einem Kerzenlichte folgt, wenn man es bewegt.

5) Von den meisten der zu unserem Sonnensystem gehörigen Planeten wissen wir, daß sie sich um ihre Achsen drehen, und zwar einige schon in 9—10 Stunden, was wir an der Bewegung dunkler Flecken und Streifen auf ihrer Oberfläche genau beobachten können. Warum sollte nun unsere Erde, die, wie wir in der Folge noch näher sehen werden, so vieles mit ihnen analog hat, nicht auch diese Eigenschaft mit ihnen gemein haben und sich um ihre Achse drehen?

Alles Zweifels über die Bewegung der Erde um ihre Achse sind wir durch die so eben angeführten Gründe dafür überhoben. Dieß wird nun aber gleichfalls auch Bezugs der jährlichen Be-

wegung um die Sonne der Fall seyn, wenn wir nachgehends die Beweise hören, die sich dafür aufstellen lassen.

Nicht nur, lehrte Copernikus, die tägliche Bewegung des Himmels um unsere Erde ist scheinbar, auch die Bahn, in welcher die Sonne innerhalb eines Jahres um unsere Erde sich bewegt und die wir zwar nicht durch eine bloße Ansicht des Himmels, aber doch durch eine Reihe von Schlüssen aus ganz anderen Beobachtungen schon früher kennen gelernt haben, wird nur scheinbar von dieser beschrieben und entsteht durch die wirkliche Bewegung der Erde um die Sonne, wodurch letztere uns, die wir von der Bewegung der Erde nichts verspüren, stets an einem anderen Orte des Himmels erscheint. Daß die Erscheinung hiedurch eben so gut erklärt werde, davon kann man sich leicht durch folgende Betrachtung überzeugen.

Nehmen wir (Fig. 15.) mit den Alten an, in C als Mittelpunkt befinde sich die Erde, der um C gezogene innere Kreis stelle die Ekliptik und der äußere ihre Projection am Himmel in den bekannten 12 Sternbildern vor, so wissen wir aus der Beobachtung, daß die Sonne von einem Punkte dieses Kreises zum andern, von Sternbild zu Sternbild, am Himmel dahin zu wandern und nach Verlauf eines Jahres wieder zu demselben Punkte zurück zu kehren scheint. Denken wir uns aber nach der heliocentrischen Theorie in den Mittelpunkt C die Sonne versetzt und die Erde in die Ekliptik, so daß sie sich in der Richtung von ♈ zu ♉ ꝛc. oder von der Rechten zur Linken, wie vorher die Sonne, von Punkt zu Punkt, von Sternbild zu Sternbild bewegt, so werden wir, von unserer eigenen Bewegung nichts merkend, stets der Erde diametral gegenüber die Sonne erblicken und in der entgegengesetzten Richtung sich bewegen sehen, so daß, wenn die Erde z. B. das Stück ihrer Bahn vom Zeichen der Fische bis zu dem des Stiers zurücklegt, wie man von der Sonne aus richtig sieht, dieselbe Erscheinung sich darbietet, als wenn die Erde in C sich befände und die Sonne von dem diametral gegenüber liegenden Zeichen der Jung-

frau bis zu dem des Skorpion sich bewegt hätte. Wir unterliegen hier derselben Täuschung, als wie auf dem Verdecke eines schnell stromabwärts fahrenden Schiffes, wo es uns auch däucht, als blieben wir an derselben Stelle und die Gegenstände am Ufer rückten uns stets näher und an uns vorbei.

Daß aber die Erscheinung nur auf die eine Art Statt finde und zwar auf die letztere, vom Copernikus aufgestellte, und die Erde zwar nicht in einem Kreise, sondern in einer elliptischen, einer c. 130 Millionen Meilen langen Bahn, die ein gallopirendes Pferd kaum in 4000 Jahren durcheilen dürfte, in einer Entfernung von c. 20½ Millionen Meilen um die Sonne jährlich wandere, dafür sprechen folgende Beweise:

1) Jeder Körper, der sich um seine Achse dreht, bewegt sich zugleich von seiner Stelle, falls er nicht auf irgend eine Weise an ihr festgehalten wird. Da wir nun keine Kraft kennen, welche bei der Rotation der Erde um ihre Achse sie zugleich an ein und dieselbe Stelle fesselte, so gilt uns schon diese Achsendrehung, von der wir uns so eben überzeugt haben, für ein hinreichendes Zeugniß der fortschreitenden Bewegung unserer Erde. Diese Achsendrehung erfolgte durch einen Stoß auf die Erdkugel, jedoch nicht in der Richtung des Mittelpunktes. Dadurch mußte die Erde selbst offenbar zugleich eine fortrollende Bewegung im Weltraum erhalten.

Dabei ist jedoch ein für allemal zu bemerken, daß, da ein Punkt des Erdäquators bei der Achsendrehung der Erde in einer Sekunde 1/16 Meile zurücklegt, während die Erde in derselben Zeit um 4 Meilen in ihrer Bahn forteilt, die Erde sich auf ihrer Bahn keineswegs so fortbewegt, wie eine Kugel, die auf einer Ebene fortrollt und auf einer bestimmten Strecke sich nur gerade so viel mal um sich dreht, als die Größe ihres Umfangs in der Länge des Wegs, den sie durchläuft, enthalten ist, sondern auf eine ganz eigenthümliche Weise, bei welcher der Erdmittelpunkt sich 64 mal schneller als ein Punkt des Aequators bei der Achsendrehung bewegt. Sollte dieß der Fall seyn, daß wie bei der fortrollenden

Kugel der Erde ihr Mittelpunkt dieselbe Geschwindigkeit habe, als bei ihrer Rotation ein Punkt des Kreises, auf dem sie sich bewegt, so müßte die Erde einen Umfang von c. 343870 Meilen oder einen Halbmesser von 54757 Meilen haben, eine Länge, welche der Entfernung des Monds von der Erde ziemlich nahe käme. Dehnen wir das zur Erde gehörige Raumgebiet bis dahin aus, so können wir annehmen, daß die Erde auf ihrer Atmosphäre wie eine Kugel auf der Ebene fortrolle.

Die Geschwindigkeit von 4 Meilen in einer Sekunde, mit welcher die Erde in ihrer Bahn sich bewegt und die uns an einem sich fortbewegenden Punkte außerordentlich groß erscheinen würde, verschwindet und wird im Gegentheil zur trägen Langsamkeit, wenn wir sie mit der Größe der Erde in Vergleich bringen. In mehr denn 7 Minuten rückt die Erde erst so weit fort, als ihr Durchmesser groß ist. Denkt man sich nun eine Kegelkugel, die in 7 Minuten erst um die Länge ihres Durchmessers sich weiter bewegt —, werden wir von einer Geschwindigkeit dieser zu reden Ursache haben und nicht vielmehr von einer kaum merkbaren Bewegung, ähnlich der eines Uhrzeigers? Könnte sich Jemand in den Weltraum nur wenig hoch erheben und plötzlich die Erde schweben sehen, er würde meinen, sie stehe still.

2) Die Planeten insgesammt, das lehrte schon dem Tycho die sorgfältige Beobachtung, bewegen sich um die Sonne, welche, wie aus den Phasen vornehmlich der unteren Planeten zu ersehen, die Quelle des Lichts für sie ist. Da nun unsere Erde mit diesen Himmelskörpern, wie wir später bei der Betrachtung jedes einzelnen noch näher sehen werden, so vieles gemein hat und wie diese ihr Licht und ihre Wärme von der Sonne empfängt, wie sollte sie nicht auch diese Eigenschaft mit ihnen theilen, daß sie sich um die Sonne mit ihnen bewegt, statt daß die Sonne, die doch einer ganz anderen Classe von Himmelskörpern angehört, wie die Planeten, mit diesen sich um die Erde dreht?

Die Sonne ist über 1400000 mal größer als unsere Erde und übertrifft sie an Masse mehr denn 350000 mal, so wie alle Pla-

neten zusammen 775 mal. Nur ein solcher Körper ist vermöge des von Newton aufgefundenen Gesetzes der Schwere im Stande, alle die zu unserem System gehörigen Welten, die sich vermöge der Fliehkraft von ihr loszureißen suchen, dennoch in der bestimmten Entfernung zu erhalten und sie die angewiesenen Bahnen zu durchlaufen zu nöthigen; während die kleine Erde selbst nicht gegen den 82 mal größeren Uranus, oder den 772 mal größeren Saturn oder endlich den 1414 mal größeren Jupiter nur im mindesten sich geltend zu machen vermöchte. Dabei ist jedoch die Wirkung von Sonne und Erde auf einander gegenseitig, und es besteht daher die wahre Bewegung aus den Umläufen beider Körper um einen zwischen ihnen liegenden Punkt, der jedoch um so viel näher an der Sonne liegt, als diese die Erde an Masse übertrifft. Dieser Punkt (Schwerpunkt) liegt nur c. 60 Meilen vom Mittelpunkt des Sonnenkörpers, dessen Halbmesser nicht weniger als 96468 geogr. Meilen zählt, entfernt, eine verschwindende Größe in Betracht der 20 Millionen Meilen, um welche wir von der Sonne abstehen, so daß wir den Mittelpunkt der Sonne selbst als Schwerpunkt anzunehmen berechtigt sind.

3) Die Unregelmäßigkeiten im Laufe der oberen Planeten, die den Alten und selbst Copernikus so viel zu schaffen machten und sie zur Annahme verschiedener krummen Linien zwangen, in welchen diese Himmelskörper sich bewegen sollten, finden alle in der Voraussetzung der Bewegung unserer Erde um die Sonne vollkommene Erklärung und zeugen deßhalb ganz schlagend für die heliocentrische Theorie. Gesetzt nämlich, es befände sich (Fig. 16.) in S. die Sonne, der um sie beschriebene zunächst liegende Kreis bezeichne die Bahn der Erde, der zweite die Bahn des Jupiters und der dritte den diesen Bahnen concentrischen Kreis am Himmelsgewölbe. Steht nun die Erde im Punkte 1 und Jupiter im Punkte I, so sehen wir letzteren von der Erde aus bei dem Fixsterne a stehen, den die bis an das Himmelsgewölbe gehörig verlängerte Linie I 1 trifft. Während nun die Erde sich nach 2 in ihrer Bahn bewegt, gelange der

trägere Jupiter gleichfalls nach dem Punkte II. seiner Bahn; alsdann sehen wir ihn beim Fixstern b, und er hat am Himmel von West nach Ost, nach der Ordnung der Zeichen, den Bogen ab beschrieben. Diese rechtläufige Bewegung dauert noch einige Zeit fort; in dem Punkte 3 der Erdbahn aber, während welcher Zeit Jupiter III nach seiner Bahn gerückt ist, steht Jupiter beim Fixsterne c und hat einen Theil seiner vorher beschriebenen Bahn wieder scheinbar rückwärts zurückgelegt, ist rückgängig geworden. Dieses Rückwärtsgehen ist noch merkbarer, wenn die Erde nach 4 und Jupiter gleichfalls nach IV. gekommen ist, verwandelt sich aber bald wieder in die entgegengesetzte rechtläufige Bewegung, wie leicht ersichtlich, wenn die Erde nach 5 und Jupiter nach V. gerückt ist. Diese unregelmäßigen Bewegungen wechseln nun von Zeit zu Zeit ab, und zwar muß zwischen den beiden Zeitpunkten, wo des Planeten rückgängige Bewegung in die rechtläufige und die rechtläufige in die rückläufige übergeht, ein Moment eintreten, wo derselbe gegen die Fixsterne gar keine Bewegung zu haben und stille zu stehen scheint. Aus den bekannten Umlaufszeiten der Erde und eines Planeten um die Sonne und aus ihren Entfernungen von derselben läßt sich nun die Zeit genau bestimmen, wenn der Planet rechtläufig und rückgängig zu werden anfängt, und wenn er stille steht, und die Berechnungen stimmen genau mit den Beobachtungen überein, daher auch die Voraussetzung bei den gemachten Rechnungen, daß nämlich die Erde um die Sonne sich bewege, nur eine richtige seyn kann.

4) Mathematisch richtiger Beweis für die Bewegung der Erde um die Sonne aus der sogenannten Aberration des Lichtes.

Obgleich die bisher angeführten Gründe die Bewegung der Erde um die Sonne außer Zweifel zu setzen im Stande sind, so sah man sich doch auch noch, um gänzlich davon überzeugt zu seyn, nach einem mathematischen Beweis für dieselbe um, und es wurde wirklich durch eine andere, für die gesammte Astronomie äußerst wichtige Entdeckung bald nach Newton möglich, einen solchen lie-

fern zu können, indem man auf der Erde selbst Spuren ihres Umlaufs um die Sonne aufzufinden so glücklich war. Es konnte dieß nur dadurch geschehen, daß man die Erde mit einem anderen, von ihr abgesonderten Gegenstand, der an ihrer Bewegung keinen Antheil nahm, in Vergleich brachte, da auf ihr selbst bei ihrer Bewegung alle Körper ihre gegenseitige Stellung nicht ändern und so uns auf Bewegung oder Ruhe unserer selbst nicht schließen lassen. Als einen solchen fand man nun das Licht, welches von den Himmelskörpern aus zu uns gelangt, und zwar nicht, wie es schien, augenblicklich, sondern, wie folgende Entdeckung zeigt, erst nach Verlauf einiger Zeit.

Sey es nun, daß die Erde ruhe und um sie die Sonne im Gefolge der übrigen Planeten, für welche sie (die Sonne) der Centralkörper ist, sich bewege, oder daß nach dem Copernikanischen System die Sonne der Mittelpunkt aller Planetenbahnen sey und um sie auch die Erde auf die bekannte Weise ihre Bahn beschreibe, so wird auf jegliche Weise der Fall eintreten, daß einer der oberen Planeten, z. B. Jupiter, um die doppelte Entfernung der Erde von der Sonne uns einmal näher, das andere mal entfernter steht, je nachdem die Erde in Opposition oder Conjunction sich mit ihm befindet, d. h. die Erde zwischen Jupiter und der Sonne, oder die Sonne zwischen beiden ihre Stelle einnimmt. Nun waren für die Trabanten des Jupiters vornehmlich Behufs der Berechnungen ihrer Verfinsterungen, welche eintreten, wenn Jupiter zwischen die Sonne und einen seiner Monde zu stehen kommt, genaue Tafeln entworfen, die das Gewünschte leisten sollten, und zwar aus Beobachtungen zu einer Zeit, wo Jupiter weder in der größten noch der kleinsten, sondern in mittlerer Entfernung von der Erde sich befand. Als jedoch der dänische Astronom Römer (1644—1710) diese von Cassini besorgten Tafeln mit der Beobachtung verglich, fand er, daß die darnach berechneten Finsternisse nicht immer richtig, sondern bald früher, bald später eintraten, als sie nach den Tafeln kommen sollten, daß z. B. die Ein- oder Austritte des ersten Jupiters-

trabanten nicht regelmäßig nach c. 42½ Stunden sich wiederholten, der hundertste also nicht nach 100 mal 42½ Stunden, sondern bald zu kürzerer bald in späterer Zeit. Der Fehler war für alle vier Monde derselbe. Wäre die Ursache hievon ein Fehler in den Tafeln gewesen, so würde er wohl auch bei allen vier Satelliten, aber je nach der verschiedenen Geschwindigkeit derselben, bei jedem anders Statt gefunden haben. Der Grund dieser Erscheinung mußte also irgend wo außer Jupiter liegen. Genauere Beobachtungen zeigten nun, daß die Verfinsterung mit der Berechnung zusammentraf, wenn (Fig. 17) bei der Stellung Jupiters in I die Erde in den Punkten L und K ihrer Bahn sich befand, daß sie aber um c. 8 Minuten zu früh sich einstellte, wenn die Erde in E, und um eben so viel Minuten zu spät, wenn die Erde in e ihren Standort hatte. Nahm die Erde eine mittlere Stellung zwischen E und K oder E und L ein, so erfolgte die Verfinsterung verhältnißmäßig früher, und wenn zwischen K und e, oder L und e, verhältnißmäßig später, als nach dem Resultate der Rechnung hätte seyn sollen.

Diese Abweichungen der Beobachtung von der Rechnung erklärte nun O l o f R ö m e r sehr sinnreich durch die allmähliche Verbreitung des Lichtes, das vom Jupiter aus zu uns gelangt. Entfernt sich ein Gestirn allmählich von der Erde, so verspäten die davon ausgehenden leuchtenden Strahlen die Anzeige der Stellungen, welche es nach und nach eingenommen hat. Um von einer dieser Stellungen zur anderen überzugehen, wird es also mehr Zeit aufzuwenden scheinen, als es in Wirklichkeit darauf verwendet. Im Punkte E steht nun die Erde um den Durchmesser der Erdbahn dem Jupiter näher als im Punkte e; braucht nun das Licht eine Zeit, bis es vom Jupiter zur Erde kommt, so muß es in E früher ankommen, als in e, und zwar um so viel früher, als das Licht Zeit braucht, die Entfernung Ee zu durchlaufen. Nach den neuesten Beobachtungen nun beträgt diese Zeit 16 Minuten 26 Sekunden, um welche die Verfinsterung eines bestimmten Jupitertra-

banten in E früher gesehen wird, als in e, und das Licht legt demnach in dieser Zeit den bedeutend großen Raum von E nach e, d. i. die doppelte Entfernung der Erde von der Sonne, welches über 40 Millionen geographische Meilen sind, zurück und verbreitet sich demnach in einer Sekunde über 40000 solche Meilen weit; eine Geschwindigkeit, die jede uns bisher bekannte weit, weit hinter sich zurück läßt, jedoch immerhin, wie sich sogleich zeigen wird, dennoch nicht so bedeutend ist, daß dagegen die Geschwindigkeit der Erde in ihrer Bahn völlig verschwände und bei der jährlichen Bewegung ganz ohne merklichen Einfluß wäre.

Dem englischen Astronomen Bradley (1692—1762) war es vergönnt, diesen Einfluß der Schnelligkeit der Bewegung unserer Erde auf die des Lichtes, mit welcher dasselbe von den Himmelskörpern zu uns kommt, genau nachzuweisen und dadurch die Wissenschaft zuerst mit einem mathematischen, unumstößlichen Beweis für die jährliche Bewegung der Erde um die Sonne zu bereichern.

Die Entfernung der Fixsterne von unserer Erde fand man vor Bradley so bedeutend groß, daß selbst der über 40 Millionen Meilen lange Durchmesser der Erdbahn dagegen als eine verschwindende Größe sich zeigte, nicht bedeutend genug, um nur die geringste Parallaxe und zwar jährliche Parallaxe, wie man den Winkel nennt, unter welchem der Durchmesser der Erdbahn von dem Stern aus gesehen erscheint, bemerklich zu machen. Dieß wollte den Gegnern des Copernikanischen Systems, die sich und ihren Planeten für den Hauptzweck, ja für das Wichtigste der ganzen Schöpfung anzusehen gewöhnt hatten, keineswegs zusagen, und in der That muß man gestehen, daß es gewiß für jeden Denkenden kein geringer Anstoß war, eine so große Entfernung von einer anderen in dem Maaße überboten zu sehen, daß sie zu einem bloßen Nichts verschwinden sollte, und daß wohl jeder, der aus anderen Gründen dem Copernikanischen Systeme

zugethan war, wünschen mußte, auch von dieser Seite her völlige Gewißheit zu erlangen.

Die Instrumente, deren man sich nunmehr zu astronomischen Beobachtungen bedienen konnte, waren auch bereits durch die Hände geschickter Arbeiter zu dem Grade der Verfeinerung gebracht, daß man mit ihnen schon zuverlässig Winkel auf eine Sekunde messen und über die fragliche Parallaxe deßhalb sichere Auskunft hoffen konnte. Ein solches Instrument, ein ausserordentlich großer, genau gearbeiteter Winkelmesser, dessen Radius nicht weniger als 24 Fuß betrug, befand sich im Kew bei London. Mit ihm wollte der Astronom Molyneux die Parallaxe eines Sternes im Sternbilde des Drachen suchen, indem er den Zenithabstand desselben bei seiner jedesmaligen Culmination genau beobachtete. Am 3. December 1725 begann er seine Beobachtungen, gab sie aber schon nach 14 Tagen, als er glaubte, kein Resultat finden zu können, wieder auf und legte sie in die Hände Bradleys, der sie nun mit großem Eifer weiter verfolgte. Dieser beobachtete, daß nach einem Vierteljahre, im Monat März, der Stern nicht weniger als um c. 20 Sekunden südlich von seinem ersten Orte entfernt sich befand, oder seine Zenithdistanz um c. 20 Sekunden größer geworden war, dann, daß der Stern einige Zeit still zu stehen schien und um die Mitte April sich wieder etwas gegen Norden bewegte, täglich einen kleineren Zenithabstand erreichte. Mitte Juni hatte der Stern denselben Zenithabstand wie im December, allein schon nach wenig Tagen sah man den Stern sich immer mehr dem Zenith nähern und Mitte September ihn um 20 Sekunden weniger als im December und Juni davon abstehen. Von dieser Zeit an nahm sein Zenithabstand wieder zu und nach Verlauf eines Jahres befand der Stern sich wieder an seinem anfänglichen Platze. Einen Stern, der möglichst nahe am Zenith durch den Meridian ging, wählte man einmal deßhalb, weil bei diesem die Refraction, von der späterhin

noch die Rede seyn wird, für Null zu achten ist, dann, weil man den Vortheil hat, daß man das Instrument nur wenig aus seiner normalen Lage zu entfernen braucht, die etwaigen Unvollkommenheiten also der Theilung, Centrirung u. s. w. nur wenig Einfluß ausüben können. Statt Aufschluß über einen der wichtigsten Gegenstände der Astronomie, über die Parallaxe der Fixsterne, zu bekommen, war jetzt nur noch mehr Verwirrung theils über der Sterne Entfernung, theils die Bewegung der Erde um die Sonne entstanden. Letztere berechtigte nämlich zu ganz anderen Resultaten. Stellt nämlich (Fig. 18) die Ebene des Papiers die erweiterte Ebene der Ekliptik dar, die Ellipse adbc die Erdbahn, wie sie in der Richtung von a nach d um die Sonne ☉ beschrieben wird, und ist s der genannte Stern, dessen Breite in den Punkten a und b durch die Winkel sar und sbr gemessen wird, so war offenbar zu erwarten, daß, wenn der Durchmesser ab der Erdbahn nicht gegen die Entfernung der Fixsterne verschwindet, die Breite des Sternes offenbar im Punkte b größer ist als im Punkte a, und in den Punkten d und c eine gleiche, mittlere Größe von der in a und b hat. Allein der Theorie entsprach hier keineswegs die Erfahrung, vielmehr lehrte die genaue und sichere, viele Jahre lang fortgesetzte Beobachtung mehrerer Sterne unserem Astronomen, daß jeder Stern beständig seinen Ort veränderte; im Punkte a, wo er Mittags mit der Sonne culminirt, hatte er seinen größten westlichen, so wie im Punkte b, wo er nach einem halben Jahre Mitternachts culminirt, seinen größten östlichen Standort; dagegen im Punkte d, wo er Morgens 6 Uhr culminirt, befand er sich am tiefsten gegen Süden, so wie im Punkte c, wo er Abends 6 Uhr culminirt, am höchsten gegen Norden. Da, wo man die kleinste und größte Breite des Sterns erwarten mußte, beobachtete man eine gleich große, und nur die Länge des Sterns, die gleich seyn sollte, war verschieden; da, wo man eine gleiche Breite voraussetzte, bemerkte man

den größten Unterschied dieser und eine gleiche Länge, statt der erwarteten ungleichen.

Nur Bradleys außerordentlichem Scharfsinn konnte es gelingen, Licht in dieses Dunkel zu bringen und die Ursachen dieser Erscheinungen nachzuweisen, und zwar in der von Römer entdeckten, allmähligen Fortpflanzung des Lichts und der jährlichen kreisförmigen Bewegung der Erde um die Sonne. Wäre nämlich die Erde unbeweglich, so dürfte man dem Fernrohre, durch welches man einen Stern beobachten will, nur eine gewisse Neigung geben, damit der vom Stern ausgehende Lichtstrahl, die Röhre in der Mitte durchstreichend, in unser Auge gelangt. Bewegt sich aber die Erde und mit ihr das Fernrohr mit einer Geschwindigkeit, welche mit der des Lichtstrahls noch vergleichbar ist, so darf man, um den Stern zu sehen, dem Rohre nicht mehr dieselbe Neigung geben, sondern muß seine Lage beständig ändern, damit der mitten hindurch streichende Strahl ins Auge falle, und die verschiedenen Stellungen des Rohrs werden von den verschiedenen Richtungen abhängen, nach welchen zu verschiedenen Zeiten die Erde sich Bezugs der Lage des Sterns bewegt. Ist nämlich AB ein Stück der Erdbahn Fig. 19 und in einer sehr weiten Entfernung der Stern S, dessen Licht mit der Erde zugleich in B ankommt, und denkt man sich die Entfernung AC etwa 10000mal größer als die Entfernung AB, in welchem Verhältniß nahe die Geschwindigkeit des Lichts und der Erde in ihrer Bahn um die Sonne steht, so befindet sich offenbar der Lichtstrahl in C, wenn die Erde in A ist. Fängt man nun dieses in C angelangte Lichttheilchen in A mit einem Fernrohre in der Richtung AC auf und läßt AC mit sich selbst parallel mit der Erde fortrücken, so gleitet der Lichtstrahl zugleich in der Mitte des Fernrohrs, das wir uns bis C hin verlängert denken können, herunter, indem er auf der Linie CB fortgeht und das Auge erhält ihn in B nicht nach der Richtung CB, in welcher in der

That der Stern sich befindet, sondern nach der mit AC parallelen Richtung DB, und da das Auge über den Ort eines Gegenstandes nach der Richtung urtheilt, in welcher es ein Rohr halten muß, um dasselbe zu sehen, so versetzt es den Ort des Sterns nach d und sieht den Stern um den Winkel SBd von seinem wahren Orte entfernt. Die Länge des Rohrs ist zwar gegen die Geschwindigkeit des Lichts unendlich klein, aber die Geschwindigkeit des Rohrs ist mit letzterer vergleichbar. Man nennt diese durch die Bewegung der Erde verursachte Richtung der allmählig sich fortpflanzenden Lichtstrahlen die Abirrung des Lichts (aberratio lucis) oder bloß Aberration, und um sie noch genauer kennen zu lernen und sich einen recht klaren Begriff davon zu verschaffen, sey es erlaubt, etwas weiter auszuholen und sie mit ähnlichen Erscheinungen in Vergleich zu bringen, in welche uns schon eine deutlichere Einsicht vergönnt ist.

Gesetzt, ein sehr breiter viereckiger Kasten abcd (Fig. 19) bewege sich mit möglichst großer Geschwindigkeit stromabwärts von Ost nach West, und vom Punkte e des Ufers aus würde von entgegengesetzter Richtung her unter dem Winkel efb eine Kugel auf die Wand ab desselben abgeschossen, so mußte dieselbe, wenn der Kasten ruhte, in der verlängerten Richtung ef, d. i. im Punkte g die der ab gegenüberstehende Wand treffen, und gf würde die Richtung der abgeschossenen Kugel bezeichnen. Allein, wenn der Kasten in schneller Bewegung sich befindet, so wird, während die Kugel den Weg fg durchläuft, auch der Kasten und mit ihm die Wand dc sich nach der entgegengesetzten Richtung bewegt haben, und die Kugel die zweite Wand nicht im Punkte g, sondern im Punkte h treffen, so daß der Kasten in der Richtung hf, oder unter einem kleineren Winkel ifb durchschossen zu seyn scheint, als unter welchem die Kugel auf ihn wirklich abgefeuert wurde. Hätte man eine Röhre an die Wand dc befestigen wollen, welche die in der Richtung ef abgeschossene Kugel aufzuneh-

men bestimmt gewesen, so durfte dieß nicht im Punkte g unter der Richtung eg, sondern in h unter der Richtung ih geschehen.

Bewegt sich dagegen (Fig. 20) der Kasten von West nach Ost, und es würde wiederum vom Punkte e des Ufers aus in der Richtung des sich bewegenden Kastens unter dem Winkel efh eine Kugel auf die Wand ab abgeschossen, so wird, während die Kugel nach Durchbohrung der ersten Wand im Punkte f die Strecke fg durchläuft, das Schiff den Weg gh zurückgelegt haben, und die Kugel nicht den, in der verlängerten ef liegenden Punkt g der Wand db treffen, sondern dieselbe im Punkte h durchbohren, so daß es den Anschein hat, als sey der Kasten in der Richtung fh, oder unter einem größeren Winkel ifh durchlöchert, als unter welchem auf ihn geschossen wurde. Die zur Aufnahme der Kugel an der Wand dc bestimmte Röhre hätte im Punkte h unter der Richtung ih angebracht werden müssen, um das Verlangte zu leisten.

Wenden wir nun das so eben Gesagte auf die Aberration des Lichtes an, so sehen wir leicht, daß das, was von der äußerst schnell sich bewegenden, abgeschossenen Kugel und dem verhältnißmäßig langsam fort eilenden Kasten und der zur Aufnahme der Kugel an letzterem befindlichen Röhre gesagt wurde, ganz unverändert auf den von irgend einem Sterne fortwährend ausgehenden Lichtstrahle und unsere in Bewegung befindliche Erde und Fernröhre angewendet werden könne, mit welch letzteren wir das Licht der Sterne aufzufangen uns bemühen. Und demzufolge wissen wir, daß wir, um das Licht eines Sterns von den Wänden des Fernrohrs ungehindert in unser Auge zu bekommen, das Rohr nicht dorthin richten dürfen, wovon das Licht wirklich ausgeht, sondern auf einen andern Ort, welcher gegen den wahren des Sterns verschiedene Lagen hat und in der Richtung der Bewegung stets um einen kleinen Winkel vorwärts liegt. Befindet sich nun die Erde (Fig. 18.) in d ihrer Bahn, so sind

die Bewegungen des vom Stern ausgehenden Lichtes und unserer Erde wie in unserem ersten Beispiele (Fig. 20) mit dem Kasten einander entgegengesetzt, und obgleich das Licht in der Richtung di ausgeht, müssen doch unsere Fernrohre der Richtung do erhalten, um uns das Licht des Sterns zuzuführen, wir glauben den Stern in k, zu sehen und die Breite des Sterns zeigt sich deßhalb geringer, ganz so wie Bradley beobachtet hat. Derselbe Fall ist es im Punkte b, wo wir in der Richtung von West nach Ost vor dem Sterne uns vorüber bewegen. Um den Lichtstrahl sb des Sterns in'unser Fernrohr zu bekommen, müssen wir demselben die Richtung bx geben und der Stern scheint uns bei h, östlich von seinem wahren Orte s sich zu befinden. Anders dagegen ist es in dem Punkte c, wo das Licht und die Erde einerlei Bewegung, wie in unserem zweiten Beispiele (Fig. 21) haben. Da muß die Röhre, um den in der Richtung cu, die mit di parallel ist, ausgehenden Lichtstrahl aufzufangen, die Richtung cw bekommen, und der Stern erscheint uns in g mit größerer Breite, wie sich gleichfalls aus Bradley's Beobachtungen ergab. Im Punkte a endlich, wo die Erde sich in der Richtung von Ost nach West vor dem Sterne vorbei bewegt, müssen wir dem Rohre gleichfalls eine Richtung im Sinne der Bewegung um einen kleinen Winkel vorwärts, d. h. eine mehr westliche ay ertheilen, um das in der Richtung as ausgehende Licht auffangen zu können, und wir glauben den Stern etwas westlich von seinem wahren Orte s bei f zu erblicken. Aber nicht bloß in den Punkten a, b, c, d der Erdbahn findet diese Aberration des Lichtes Statt, sondern in all ihren Punkten, so daß wir den Stern niemals an seinem wahren Orte sehen, sondern stets mehr oder weniger davon entfernt, und zwar um einen kleinen Winkel im Sinne der Bewegung der Erde vorwärts liegend. Bradley berechnete aus der bekannten Geschwindigkeit des Lichts und der Erde für mehrere Orte der Erdbahn die Größe der Aberration, und siehe da, sie stimmte mit der beobachteten genau überein und führte zuletzt das Resultat herbei:

daß die Periode dieser Ortsveränderungen eines Sterns genau mit der Dauer des Jahrs übereinstimmt, und jeder Stern während dieser Zeit um seinen mittleren Ort als Mittelpunkt eine kleine mit der Ebene der Ekliptik parallel liegende Ellipse, deren große Achse 41 Sekunden beträgt, beschreibt, welche Erscheinung durchaus nicht Statt finden könnte, wenn die Erde, von der aus wir die Sterne beobachten, in Ruhe wäre, indem sie ja eben in der Vereinigung der Fortbewegung unsers Auges, also der Erde, mit dem Laufe des Lichtstrahls ihren Grund hat.

Bradley's Voraussetzung der Bewegung der Erde um die Sonne erklärte die Erscheinung der Aberration des Lichts vollkommen; mithin muß diese Voraussetzung selbst richtig seyn und die Aberration als der schönste und stärkste Beweis für die jährliche Bewegung der Erde um die Sonne gelten; die kleine Ellipse, welche jeder Stern um seinen Mittelpunkt beschreibt, was vornehmlich von allen Sternen gilt, die senkrecht über der Ekliptik sich befinden, weniger von denen in der Ebene der Ekliptik selbst oder in schiefer Richtung gegen sie, ist demnach als das vollkommenste Miniaturgemälde der Erdbahn anzusehen, welches die Natur selbst an dem Sternenhimmel entworfen hat, von welchem aus, wie von einem unendlichen Hohlspiegel, der jährliche Weg der Erde im verkleinerten Maaßstabe tausend und aber tausendfach wieder zurück geworfen wird. Dabei wurde die Richtung der von den Sternen ausgehenden Lichtstrahlen als parallel angenommen, und die Fixsterne befinden sich demnach in unermeßlicher Entfernung von uns, so daß in Bezug auf sie wir zu jeder Zeit und an jedem Orte uns in der Mitte des großen Weltalls befinden und unser Wohnort als ein unbeweglicher Punkt betrachtet werden kann.

Schließlich sei es noch erlaubt, die Erscheinungen der Aber-

ration des Lichtes noch auf zwei ganz populäre Weisen ins Auge zu fassen und zu beleuchten, damit ich ja gewiß bin, daß Sie, Hochverehrte, die ganze Sachlage wohl verstehen und sich des Verständnisses des mathematischen Beweises der Bewegung der Erde um die Sonne erfreuen.

Man denke sich, Jemand fahre mit einem langen Rohre versehen auf einem äusserst schnell sich bewegenden Dampfwagen in der Absicht, einen in senkrechter Richtung SB Fig. 19 herabfallenden Regentropfen durch die Röhre während seines Fahrens hindurch fallen zu lassen. In welcher Richtung wird er das Rohr halten müssen, damit er zu seinem Ziele gelangt und der Regentropfen in der Achse des mit fortbewegten Rohrs bleibt, so lange der Tropfen das Rohr durchläuft? Offenbar muß dem Rohre eine solche Richtung gegeben werden, daß der Tropfen in der Zeit, in welcher das parallel fortrückende Rohr von A nach B gelangt, in der Richtung CB genau senkrecht herabfallend so aufgefangen wird, daß er niemals auf die innere runde Wand des Rohres auffällt, was erreicht wird, wenn man dem Rohre in A eine im Sinne der Bewegung um einen kleinen Winkel vorwärts geneigte Richtung gibt, dessen Größe sich aus dem Verhältniß der Geschwindigkeit des Dampfwagens und des fallenden Tropfens bestimmen läßt.

Die zweite noch mehr populäre Art, die Erscheinungen der Aberration sich vorzustellen, ist nachstehende. Denken wir uns (Fig. 22) im Punkte I ausserhalb der Ebene des Papiers befinde sich ein Jäger mit einem Schießgewehre, und in dem Kreise a b c d, der in der Ebene des Papiers liegt, bewege sich in der Richtung von a nach b ꝛc. gestreckten Laufs ein Haase; so wird, weil die Geschwindigkeit des Haasens in seiner Bahn mit der Geschwindigkeit der aus dem Gewehre abgeschossenen Kugel in einem gewissen angebbaren Verhältnisse steht, der Jäger, um den Haasen mit der Kugel zu treffen, nicht nach dem Haasen selbst

das Rohr zu richten haben, sondern nach einem anderen Punkte, der in der Richtung der Bewegung des Haasens etwas vor ihm liegt. So z. B. wenn der Haase in a sich befindet, darf der Jäger I nicht in der Richtung Ia die Kugel auf ihn abfeuern, um ihn zu treffen, wie es der Fall wäre, wenn der Haase in Ruhe sich befände, sondern er muß dem Rohre eine westliche Richtung Je geben, wenn nämlich der Haase die Strecke ae zurücklegt, während die Kugel die größere Entfernung Ie durcheilt. Im Punkte b richtet der Jäger sein Rohr auf einen vom Haasen mehr südlich gelegenen Punkt f, damit der Haase, welcher auf ihn zueilt, gleichsam in den Schuß stürze; in c auf einen mehr nach Osten gelegenen Punkt g und in d auf einen mehr nach Norden gelegenen Punkt h. Wie nun das Rohr vom Jäger, der sich im Sterne befinden mag, gerichtet wird, um den Haasen, die in Bewegung befindliche Erde mit der daraus abgeschossenen Kugel, dem Lichtstrahl, zu treffen, eben dieselbe Richtung geben wir auf der Erde unseren Fernrohren, um das vom Sterne ausgehende Licht ungestört in unser Auge zu bekommen und richten demnach dieselben nie auf den Stern selbst, sondern stets nach einem in der Richtung unserer Bewegung etwas vorwärts gelegenen Punkt, und gelangen so zu dem gewünschten Ziele.

5) Weiterer mathematische Beweis für die Bewegung unserer Erde um die Sonne.

Hatte Bradley auch nicht gefunden, was er gesucht, nämlich eine Parallaxe der Fixsterne, so war er durch seine Entdeckungen doch eigentlich zu demselben Resultate gelangt, das er durch das Auffinden dieser Parallaxe zu erhalten hoffte: daß nämlich die Erde sich wirklich um die Sonne bewege, und er irrte nur darin, daß er die Entfernung der Fixsterne mit seinen Vorgängern in eine so überaus große Entfernung setzte, daß der Durchmesser der Erdbahn eine ganz verschwindende Größe dagegen sey. Was ihm nicht glückte, sollte zweien deutschen Astronomen neuerer Zeit, Bessel zu Königsberg und Struve zu Petersburg gelingen, die auf's

Entschiedenste an zwei Sternen eine wirkliche jährliche Parallaxe beobachteten und dadurch die wirkliche Bewegung unserer Erde um die Sonne ohne Zuziehung irgend einer Theorie unmittelbar nachwiesen. Beide große Astronomen bedienten sich zur Bestimmung der fraglichen Parallaxe der sogenannten optischen Doppelsterne, solcher Sterne, welche ohne irgend einem Zusammenhang in den Tiefen des Himmels nur dergestalt oder doch fast genau hinter einander stehen, daß sie sich beinahe decken und dem Beobachter daher als ein einziger oder doch kaum trennbarer Doppelstern erscheinen. Wenn nun ein solches unermeßlich weit von einander entferntes Doppelpaar bei seiner Culmination in irgend einem Punkte unserer Erdbahn sich fast genau deckt, so war, wie leicht ersichtlich, zu erwarten, daß wenn die Erde sich wirklich um die Sonne bewegt und die Fixsterne nicht unendlich weit von uns entfernt sind, nach einem halben Jahre vom entgegengesetzten Punkte der Erdbahn aus der erste Stern vom anderen entfernteren etwas abgerückt erscheinen müsse, indeß sich die Gesichtslinien nach diesem letzteren als vollkommen parallel zeigen. Diese Erwartung fanden denn nun genannte Astronomen auch an den Sternen Nr. 61 im Schwan und Wega in der Leyer gerechtfertigt, und bestimmten so die jährliche Parallaxe des ersten Sterns auf den dritten und die des zweiten auf den vierten Theil einer Sekunde, wodurch demnach nicht nur die Bewegung unserer Erde um die Sonne außer allen Zweifel gesetzt, sondern auch die unendliche Entfernung der Fixsterne aufgehoben ist. Nach diesen gefundenen Parallaxen berechnete sich freilich immer noch die Entfernung des genannten Sterns im Schwan auf c. 12 Billionen Meilen, welche das Licht in 9 Jahren 3 Monaten zurücklegen würde; die Entfernung der Wega von uns aber selbst auf c. 16 Billionen Meilen, und der Lichtstrahl brauchte 12 Jahre 1 Monat, um sie zu durcheilen. Allein es fragt sich nur, ob es nicht Fixsterne gibt, die eine größere Parallaxe zeigen und so auf eine geringere Entfernung von uns

schließen lassen? Wirklich wollen in neuester Zeit zwei Astronomen Maclear und Henderson am Cap der guten Hoffnung für den ersten Stern im Centaur eine jährliche Parallaxe von mehr denn 1 Sekunde gefunden haben; ein Resultat, dessen Bestätigung jedoch noch mehr abzuwarten ist.

An scheinbaren Einwendungen gegen die jährliche Bewegung der Erde um die Sonne konnte es bei so vielen Gegnern des Copernikanischen Systems keineswegs fehlen, und so wurde unter Anderem hauptsächlich das vorgebracht, daß keiner unserer Sinne, weder unsere Augen noch unser Gefühl, von dieser jährlichen Bewegung etwas empfinde. Hierauf ist zu erwiedern, daß, da die Bewegung überhaupt eine Erscheinung ist, die nur aus der veränderten Lage wenigstens zweier Körper gegen einander ersehen werden kann, wir allerdings auf dieselbe nur aus der scheinbaren Bewegung der Sonne zu schließen vermögen; daß aber in Bezug auf das Gefühl uns von der Bewegung der Erde nichts kund wird, kommt daher, weil diesem Sinne eine Bewegung nur durch den Widerstand fremder Körper, wie z. B. der Luft, oder durch einen Stoß bemerkbar wird, dieser Widerstand aber bei der Bewegung der Erde und alles des zu ihr Gehörigen gänzlich fehlt, da die Bewegung selbst im unermeßlichen Weltraum ganz ohne alle Störung gleichförmig vor sich geht. Hörte die Bewegung der Erde plötzlich auf, wir würden es augenblicklich, leider nur zu gut, fühlen.

Neunte Vorlesung.

Erklärung der täglichen und jährlichen Himmelserscheinungen durch die neue Lehre vom Sonnensystem.

a) Folgen aus der täglichen Bewegung der Erde um ihre Achse.

b) Folgen aus der jährlichen Bewegung der Erde um die Sonne.

c) Folgen aus der jährlichen Bewegung der Erde um die Sonne und der schiefen, aber stets parallelen Lage der Erdachse, unter welcher erstere geschieht.

Gesetzt, Hochverehrte, wir hätten uns aus den bisher angeführten Gründen für die Bewegung der Erde sowohl um ihre Achse als um die Sonne von der Wahrheit der heliocentrischen Theorie nicht zur Genüge überzeugt, so würde dieß zweifelsohne vollends geschehen, wenn wir nun sehen werden, wie alle himmlischen Erscheinungen, die unser Augenmerk täglich auf sich ziehen, als Folgen und Wirkungen nicht allein dieser täglichen, sondern auch jährlichen Bewegung der Erde und ihrer Stellung zur Sonne sich betrachten und erklären lassen, und wie auf diese Weise Alles vollkommen im Einklange steht und die größten Wirkungen durch die kleinsten Ursachen hervorgebracht werden. Sehen wir zunächst, **was die Bewegung unserer Erde um ihre Achse zur Folge hat, und welche himmlische Erscheinungen durch sie ihre Erklärung finden.**

Die nächste Folge aus der Achsendrehung der Erde ist wohl die, daß innerhalb der Zeit, wo diese von West gegen Ost erfolgt, die ganze Himmelskugel mit allen ihren Welten sich um unsere Erde in entgegengesetzter Richtung, von Ost gegen Westen, zu bewegen scheint. Und da die Drehungsachse unserer Erde gegen die Sonne nicht eine solche Lage hat, daß sie verlängert die Sonne trifft, sondern gegen die durch den Mittelpunkt der Sonne und der Erde gelegte Ebene, die Ekliptik, unter einem Winkel von c. $66^1/_2{}^\circ$ geneigt ist, so wird bald ein Theil unserer Erde bei ihrer Rotation von der Sonne beschienen, bald ihres Lichtes beraubt, und daher der **Aufgang**, das **Culminiren** und der **Untergang** der Himmelskörper, insbesondere der für unseren Erdball so einflußreichen Sonne, die mit ihrem Aufgang uns Tag, mit ihrer oberen Culmination Mittag, mit ihrem Untergehen Abend und mit ihrer unteren Culmination uns Mitternacht bringt.

Unter Tag überhaupt verstehen wir die Zeit, während welcher die Sonne über den Horizont anwesend ist, die Zeit vom Sonnenaufgang gang bis zum Sonnenuntergang, welche verschiedene Dauer hat, wie wir aus unseren früheren Betrachtungen wissen. Man nennt diese Zeit auch den natürlichen Tag zum Unterschied vom astronomischen oder bürgerlichen, der die Zeit bezeichnet, innerhalb welcher die Erde sich um ihre Achse einmal herumbewegt, oder der Himmel einen scheinbaren Umlauf um die Erde vollendet, wozu er stets dieselbe Zeit braucht. Die Zeit, während welcher dieß geschieht und z. B. ein Fixstern zum zweitenmal in unseren Meridian kommt, beträgt nach unserer Art, die Zeit einzutheilen, 23 Stunden 56 Minuten 4 Sekunden, und heißt ein Sterntag. Dagegen heißt die Zeit von einem Durchgang des Mittelpunkts der Sonne durch den Meridian bis zu dem nächsten ein wahrer Sonnentag, der etwas länger als ein Sterntag ist, wie sich aus folgender Betrachtung leicht ergibt.

Gesetzt, es bezeichne (Fig. 23) KL einen Bogen der Erdbahn, S die Sonne und in E befinde sich die Erde, so wird, wenn die vom Mittelpunkt der Erde aus durch S verlängerte Linie EM den Fixstern F trifft, dieser mit der Sonne durch den Meridian gehen und mit Erde und Sonne in gerader Linie sich befinden. Bliebe nun während der Achsenbewegung der Erde ihr Mittelpunkt E selber unverrückt, so würde sich nach einer vollkommenen Umdrehung der Erde um ihre Achse dieselbe Erscheinung darbieten, der Stern mit der Sonne abermals zugleich durch den Meridian gehen und Sterntag und Sonnentag würden gleiche Länge haben. Allein dem ist nicht also; während die Erde sich in der Richtung Mab um ihre Achse dreht, hat sich zugleich ihr Mittelpunkt E nach E′ in ihrer Bahn bewegt, und wenn die Linie E′M in dieselbe Lage gekommen ist, wie die EM, d. h. in E′ Meridian geworden ist, was durch die völlige Umdrehung der Erde geschah, so wird wegen des Parallelismus aller von einem Fixsterne ausgehenden Strahlen der Stern F sich wieder in dem Meridian befinden und ein Sterntag

verflossen seyn, während die Sonne sich östlich um den Winkel SE′F′ vom Meridian noch entfernt befindet und die Erde sich noch um diesen Winkel drehen muß, bis die Sonne wieder in den Meridian zurückkehrt.

Daher kommt nun der Unterschied der Zeit zwischen dem Sonnen- und Sterntag, der aus gleichem Grunde sich ergibt, wie bei einer Uhr, wo der Stunden- und Minutenzeiger sich auch nicht nach je einer Stunde decken. Der Minutenzeiger, der z. B. um 12 Uhr mit dem Stundenzeiger beisammen war, befindet sich nach Verlauf einer Stunde wohl wieder an derselben Stelle des Zifferblattes, allein der Stundenzeiger ist unterdeß um 5 Minuten weiter gerückt und um ihn einzuholen, braucht der Minntenzeiger noch den eilften Theil einer Stunde. Dieser Unterschied bleibt sich hier bei der gleichförmigen Bewegung beider Zeiger vollkommen gleich; nicht so ist dieß bei dem Sonnen- und Sterntag der Fall. Es hat dieß einmal darin seinen Grund, daß, wie die Alten schon beobachteten, die Sonne (eigentlich die Erde) nicht täglich um gleich lange Strecken in der Ekliptik weiter rückt, sondern sich bald schneller, bald langsamer bewegt, und dann, weil selbst gleich lange Bögen der Ekliptik vermöge ihrer schiefen Lage gegen den Aequator nicht auch gleich große Stücke auf diesem geben und so in gleichen Zeiten durch den Meridian gehen würden, wie aus Fig. 24 leicht ersichtlich, wo AQ den Aequator, und LQ die unter einem Winkel von c. $23^1/_2{}^\circ$ gegen ihn geneigte Ekliptik vorstellt. Bewegte sich die Sonne auch gleichförmig in ihrer Bahn, so daß die täglichen Strecken Qb, bc, de alle einander gleich wären, so würden doch die durch die Meridiane bf, cg, dh, ei auf dem Aequator abgeschnittenen Bögen Qf, fg, hi keineswegs gleiche Länge haben, sondern in den Punkten b, c wo die Ekliptik am steilsten gegen den Aequator heraufsteigt, am kleinsten, dagegen in den Punkten d, e, wo die Ekliptik mit dem Aequator fast parallel läuft, am größten seyn. Aus beiden Gründen sind die Sonnentage zur Zeitbestimmung keineswegs tauglich. Die Sterntage würden wohl die Bedingung eines Zeitmaaßes von gleicher Länge erfüllen,

da sich deren Dauer nach des großen Astronomen Laplace Berechnungen seit mehr denn 2000 Jahren auch nicht um den hundertsten Theil einer Sekunde geändert hat; allein wir ziehen dennoch lieber die auffallenden, wenn auch nicht gleichförmigen Bewegungen der Sonne zur Bestimmung der Zeit vor, des Himmelskörpers, der einen so bedeutenden Einfluß auf unser ganzes Thun und Treiben hat, und suchen in Bezug auf die Bestimmung der gleichen Länge der Tage durch folgendes Mittel uns zu helfen. Statt der wirklichen, sich ungleichförmig bewegenden Sonne in der Ekliptik, denken wir uns bewege sich in der Ebene des Aequators eine eingebildete oder mittlere Sonne mit gleichförmiger Geschwindigkeit, die also Tag täglich um eine gleiche Strecke in ihrer Bahn von West nach Ost weiter rückt. Die Länge dieser Bogenstrecke findet man, wenn man die 360° des Umlaufs der Sonne mit der Dauer des Jahrs, d. i. mit 365 Tagen 5 Stunden 48 Minuten 48 Sekunden oder mit 365, 252 Tagen dividirt, und erhält so als die Strecke, um welche die mittlere Sonne sich täglich östlich weiter bewegt, 59 Minuten 8 Sekunden. Die Zeit nun, welche verfließt, bis diese mittlere Sonne zum zweitenmal in unseren Meridian kommt, heißt ein mittlerer Sonnentag, der stets von gleicher Länge und in 24 Stunden eingetheilt ist. Der Sterntag ist gegen ihn 3 Minuten 56 Sekunden kürzer, welchen Zeitunterschied die 59 Minuten 8 Sekunden im Bogen hervorrufen, um welche die mittlere Sonne sich täglich gen Osten vom Stern entfernt. Die wirkliche Sonne dagegen bewegt sich täglich selbst bloß 57′ 11½″ (in der Erdferne, Anfangs Juli) und dann wieder 61′ 10″ (in der Erdnähe, Anfangs Januar), so daß, abgesehen von der Reduction dieser Ekliptikbögen auf den Aequator, ihre Tage bald kürzer, bald länger werden, als die Tage der mittleren Sonne, und diesen Unterschied zwischen einem wahren und mittleren Sonnentag, oder überhaupt zwischen der wahren und mittleren Sonnenzeit nennt man Zeitgleichung. Der wahre Sonnentag ist demnach die

Zeit zwischen zwei auf einander folgenden Culminationen der wirklichen Sonne, und seine Dauer, so wie überhaupt seine Eintheilung geben unsere Sonnenuhren an. Der mittlere Sonnentag bezeichnet die Zeit zwischen zwei auf einander folgenden Culminationen der in dem Aequator sich gleichförmig bewegenden, eingebildeten Sonne und seine Dauer, so wie seine Eintheilung, wird nach unseren gewöhnlichen mechanischen Uhren bestimmt, deren Gang, wenn sie richtig gehen, gleichförmig ist.

In den astronomischen Jahrbüchern und Kalendern findet man die Zeitgleichung für jeden Mittag des Jahres angegeben, entweder als positiv oder negativ, und man erhält die mittlere Zeit, die unsere Kirchen- und Taschenuhren angeben, wenn man zu der wahren Zeit unserer Sonnenuhren die Zeitgleichung addirt oder subtrahirt. Ist die Zeitgleichung positiv, so ist dieß ein Zeichen, daß die eingebildete Sonne eher in den Meridian kommt, als die wahre, ist sie negativ, so kommt die wirkliche Sonne früher in den Meridian als die eingebildete. Daraus ist ersichtlich, daß die Sonnenuhren um die Zeitgleichung gegen unsere gewöhnlichen Uhren zu spät gehen, wenn diese positiv, und zu früh, wenn die Zeitgleichung negativ ist. Ersteres geschieht am auffallendsten in der Mitte Februars, letzteres Anfangs Novembers, wo ein Unterschied von mehr denn einer Viertel Stunde eintritt, der sich durch das längere tägliche Zurückbleiben oder Voreilen der einen Uhr Bezugs der anderen, das für einen einzelnen Tag nicht über eine halbe Minute beträgt, ergibt. Gleich gehen nur beide Uhren, wenn die Zeitgleichung = 0 ist, was viermal des Jahrs eintritt: Mitte April und Juni, Ende August und December. Mit Berücksichtigung dieser Zeitgleichung erhält man leicht, die im Anhange beigegebene Tabelle, aus welcher ersichtlich, welche Zeit im Allgemeinen eine nach mittlerer Zeit richtig gehende Uhr anzeigen muß, wenn die Sonne im Meridian steht, die Sonnenuhr demnach 12 Uhr zeigt.

Früher rechnete man allgemein nach wahrer Zeit, da die Sonnenuhren mehr leisteten als die unvollkommenen künstlichen Uhren. Seitdem aber diese künstlichen Zeitmesser zu einer so großen Vollkommenheit gebracht worden sind, daß sie selbst monatelang auf Sekunden genau die mittlere Zeit angeben und von Seite der Mechanik die höchst mögliche Grenze der Vollkommenheit erreicht zu seyn scheint, bedient man sich ihrer zur Zeitbestimmung, und rechnet seit der Mitte des vorigen Jahrhunderts in den meisten Städten Europas nach mittlerer Zeit.*)

Der Sternzeit bedienen sich bloß die Astronomen, und eine Uhr, die so eingerichtet ist, daß sie von einem Durchgang eines Sterns durch den Meridian bis zum anderen 24 Stunden zeigt, heißt eine Sternuhr. Diese zeigt 0 Uhr, wenn der Frühlingsaequinoctialpunkt culminirt und der Sterntag seinen Anfang nimmt.

Als eine weitere Folge der Bewegung der Erde um ihre Achse ergibt sich die Beobachtung, daß die Sonne bei den östlichen von uns liegenden Bewohnern der Erde früher aufgeht und früher culminirt, als bei uns, dagegen bei den westlicher von uns wohnenden diese himmlischen Erscheinungen wiederum später eintreten. Richtet nun Jemand seine Uhr nach dem Stand der Sonne, so daß solche 12 Uhr zeigt, wenn die Sonne bei ihm culminirt, so wird der um den vier und zwanzigsten Theil von 360°, d. i. der um 15° östlicher von ihm Wohnende schon 1 Uhr haben, während der um 15° westlicher

---

*) Man nennt einen Mönch in Bologna, Pacificus, Anfangs des 11. Jahrhunderts als Erfinder der Räderuhren. Indeß steht dieß keineswegs fest. Auch blieben sie Jahrhunderte hindurch sehr unvollkommen und wurden deßhalb von den Astronomen wenig gebraucht. Selbst die Erfindnng der Taschenuhren in unserer lieben Stadt (1500) war für die Astronomie von geringer Wichtigkeit, von desto größerer dagegen die des Uhrpendels, welches wir Huygens verdanken.

Wohnende erst 11 Uhr zählt. Daher geschah es, daß die, welche von Ost nach West die Erde umschifften, bei ihrer Rückkehr einen Tag zu wenig zählten, der durch das beständige Zurückrichten ihrer Uhren verloren ging; dagegen die Weltumsegler in der Richtung von West nach Ost bei ihrer Ankunft in der Heimath einen Tag zu viel hatten, der durch das beständige Vorrichten ihrer Uhren sich ergab.

Ferdinand Magellan machte zuerst diese Erfahrung, indem er zufolge seines genau geführten Tagbuches bei seiner Rückkehr nach Spanien mit Staunen fand, daß man auf dem Schiffe einen Tag weniger schrieb, als daselbst. Er war am 10. August 1519 abgesegelt und kehrte am 7. September 1522 zurück. Auf dem Schiffe war es am 6. Septemter. Da die Umfahrt westlich geschah, mußte es also kommen. Wäre mit ihm zugleich ein Schiff ausgefahren, das seine Weltumsegelung östlich gemacht hätte, und wären beide nach vollendeter Reise beim Einlaufen in den Hafen, von dem sie ausfuhren, wieder zusammengekommen, so würde der Unterschied der Zeitrechnung beider Schiffe selbst 2 volle Tage betragen haben: das östlich segelnde Schiff hätte einen Tag gewonnen, das westlich schiffende einen Tag verloren. Davon überzeugten sich die Europäer in China, von denen die einen von Westen, die andern von Osten her dahin gelangten. Bei ihrer Zusammenkunft hatten sie einen ganzen Tag als Unterschied ihrer Zeitrechnung: da beide ohngefähr den halben Erdumfang durchschifft hatten, so hatten die einen einen halben Tag gewonnen, die anderen eben so viel verloren, und daher der gefundene Unterschied, den namentlich der Pater Alphonsus Sanctius erfuhr, als er von Manilla aus, das von Amerika her durch die Spanier bevölkert worden, nach Macao, welches von Europa aus die Portugiesen besetzt haben, reiste, um das Fest des h. Athanasius am 2. Mai mit zu feiern. Er kam zu spät. In Macao hatte man schon den 3. Mai.

Wie schon früher bemerkt, fand man durch die sogenannten Gradmessungen, daß die Erde ein an den Polen abgeplattetes Sphäroid sey.

Diese Gestalt mußte aber der Anfangs kugelförmige, in welchem Zustande befindliche Weltkörper nothwendigerweise annehmen, sobald er sich um seine Achse drehte, und daher ist die abgeplattete Gestalt der Erde als eine Folge ihrer Achsendrehung wohl mit vollem Rechte anzusehen. Ein Gleiches gilt wohl auch von der gegen den Aequator hin vermehrten Flieh- und verringerten Schwerkraft, dann vom östlichen Fallen der aus bedeutenden Höhen herabkommenden Körper, so wie von den in der heißen Zone Jahr aus, Jahr ein wehenden Passatwinden, welche Erscheinungen wir ja alle schon früher bei Anführung der Beweise über die Rotation der Erde um ihre Achse näher kennen gelernt haben.

Wir kommen nun zu den **Folgen aus der jährlichen Bewegung unserer Erde um die Sonne**, und hier lassen sich gleich von vorne herein einige der himmlischen Erscheinungen, die wir, weil sie sich entweder nur durch die Bewegung der Erde um die Sonne, oder eben so gut durch diese, als umgekehrt durch die Bewegung der Sonne um die Erde erklären ließen, früher als Belege für die jährliche Bewegung der Erde anführten, als Folgen dieser Bewegung nennen, nachdem letztere mit mathematischer Gewißheit durch die Aberration des Lichtes sowohl, wodurch die Sterne jährlich in Miniatur die Erdbahn am Himmel beschreiben, als durch die gefundene Parallaxe einiger Fixsterne hergestellt ist. Ich meine einmal das bekannte Rückwärtsgehen und Stillstehen der oberen Planeten, dann den angeführten scheinbaren Lauf der Sonne um die Erde, so daß also der sogenannte Thierkreis (Zodiakus) nicht den Weg bezeichnet, den die Sonne durch die verschiedenen Sternbilder nimmt, sondern den die Erde jährlich durchläuft; ferner die zu verschiedenen Zeiten veränderte Ansicht des Himmels und den kurz vorher erläuterten Unterschied zwischen Sonnentag und Sterntag, der gleichfalls durch die wirkliche Bewegung der Erde um die Sonne entsteht.

Als anderweitige Folgen bemerken wir nun vor Allem die Eintheilung unserer Zeit nach Jahren u. s. w.

Wenn der Begriff Jahr, wie wir schon früher anführten, im Allgemeinen einen Kreislauf, eine Wiederkehr in sich selbst bezeichnet, so versteht man unter dem siderischen Jahr die Zeit, welche die Erde braucht, einen vollständigen Umlauf um die Sonne am Himmel zu vollenden, oder zu demselben Punkte ihrer Bahn zurückzukehren, von welchem sie ein Jahr vorher ausgegangen war, was am besten daraus ersichtlich, wenn die Sonne mit einem und dem nämlichen Sterne wiederum in demselben Meridian zu stehen kommt. Die Zeit, welche die Erde dazu gebraucht und die die Alten ihrer unvollkommenen Instrumente wegen (sie mußten sich als Zeitmesser der unsicheren Wasser- und Sanduhren bedienen) nie ganz genau angeben konnten, beträgt 365 Tage 6 Stunden 9 Minuten 11 Sekunden in mittlerer Zeit, und würde von der Erde stets mit einer bewundernswürdigen Genauigkeit eingehalten werden, so daß sie bei der großen Reise, die sie jährlich vollendet, selbst nicht um einige Sekunden ihre Wiederankunft beschleunigte oder verzögerte, wenn nicht die übrigen Planeten zeitweise störend einwirkten. Diese periodischen Störungen können die Dauer des siderischen Jahrs um 15—20 Minuten ändern, welche Veränderlichkeit sich jedoch nie anhäuft, sondern nach kurzer Zeit wieder ausgleicht.

Unter dem tropischen oder dem Sonnenjahr begreift man aber die Zeit, welche verfließt, bis die Erde wiederum zu demselben Durchschnittspunkte ihrer Bahn mit der des Aequators zurückgekehrt ist. Gewöhnlich wählt man dazu den Durchschnittspunkt mit dem Zeichen ♈, den Frühlingsäquinoctialpunkt, wo der Aequator die Ekliptik am 21. März durchschneidet, und zählt die Länge des tropischen Jahrs von da an bis zu einem abermaligen Durchschnitte beider Bahnen in demselben Zeichen ♈. Weil jedoch, wie wir aus den Beobachtungen der Alten bereits kennen gelernt haben, dieses jährliche Durchschneiden nie an demselben Punkte der Ekliptik wieder geschieht, sondern stets etwas früher, als das Jahr zuvor, so daß also die Erde bis zu einem abermali-

gen Durchschnitt keinen vollständigen Kreislauf um die Sonne vollendet hat, so ist daraus leicht ersichtlich, daß das tropische Jahr etwas kürzer als das siderische seyn muß. Der Unterschied beider beträgt 20 Minuten 23 Sekunden, und die mittlere Länge des tropischen Jahrs ist demnach bloß 365 Tage 5 Stunden 48 Minuten 48 Sekunden. Die Veränderlichkeit des siderischen Jahrs geht natürlich auch auf das tropische über, dessen Dauer überdieß noch in Folge der Ungleichheit der Präcession um 38 Sekunden sich ändern kann.

Man pflegt gewöhnlich nach diesem Jahr zu rechnen, weil mit ihm die auf die Anordnung des bürgerlichen Lebens so einflußreichen Jahreszeiten in unmittelbarem Zusammenhange stehen, und nennt es daher auch das bürgerliche Jahr, das nach der Verordnung des Papstes Innocenz XII. (1691) am 1. Januar seinen Anfang nimmt; insoferne aber auch die Astronomen darnach rechnen und es am 21. März beginnen lassen, heißt es auch das astronomische.

Aber die Bewegung der Erde um die Sonne erfolgt nach dem ersten Keplerischen Gesetze nicht in einer kreisförmigen, sondern elliptischen Bahn, in deren einem Brennpunkte die Sonne steht, und wir befinden uns deßhalb bei der Sonne bald näher, bald entfernter. Daraus erfolgt nun nach dem zweiten der genannten Gesetze, daß wir uns bald schneller, bald langsamer bewegen, und daß wir die Sonnenscheibe bald größer, bald kleiner erblicken.

Die größte Nähe sowohl, als die größte Entfernung von der Sonne erreichen wir in den beiden Endpunkten der großen Achse der elliptischen Bahn, und deßhalb heißt der Punkt a, (Fig. 25) wo Ersteres geschieht, die Sonnennähe (perihelium) und der Punkt b, wo wir am weitesten von der Sonne entfernt sind, die Sonnenferne (aphelium). Beide Punkte werden mit dem gemeinschaftlichen Namen der Apsiden bezeichnet. Zu Hipparchs Zeiten lag das Aphelium im 5° der Zwillinge, jetzt befindet es sich im 10° des Krebses, indem dasselbe jährlich c. 12 Sekunden

in der Ekliptik vorrückt. Die Erde erreicht dasselbe am 2. Juli und ihre Entfernung beträgt daselbst 21052150 Meilen, ihre tägliche Bewegung 59 Minuten 11 Sekunden. Das Perihelium liegt gegenwärtig im 10° des Steinbocks, so daß wir erst c. 10 Tage nach dem Wintersolstitium, am 1. Januar, in der größten Sonnennähe, 20359950 Meilen von ihr entfernt, uns befinden und täglich eine Strecke von 61 Minuten 10 Sekunden in der Erdbahn zurücklegen. Den Durchmesser ab der Erdbahn selbst nennt man die Absidenlinie, und der Winkel, den der von der Sonne an die Erde in irgend einem Punkte der Bahn gezogene Radius Vektor mit dieser Linie, vom Punkte b aus gerechnet, macht, heißt die Anomalie der Erde. So ist z. B. die Anomalie der Erde im Punkte e ihrer Bahn der Winkel esb.

Mit der verschiedenen Entfernung der Erde von der Sonne hängt die Verschiedenheit des Winkels, unter welchem uns der Durchmesser der Sonne erscheint, genau zusammen. Je weiter ein Gegenstand von derselben Größe sich von uns entfernt befindet, um so kleiner wird der Winkel, unter welchem wir sein Bild sehen. Ist z. B. ein Gegenstand c. 58mal so weit von uns entfernt, als seine wirkliche Größe beträgt, so erscheint er uns unter einem Winkel von 1°; beträgt aber seine Entfernung das 3438fache seiner wirklichen Größe, so erscheint er uns nur unter einem Winkel von 1 Minute, und endlich von 1 Sekunde, wenn seine Entfernung 20600mal seine wirkliche Größe übertrifft. Schon zu Aristoteles Zeiten kannte man den verschiedenen Abstand der Sonne von unserer Erde, indem man die Bemerkung machte, daß ein in einem gewissen Abstande von unserem Auge angebrachter Teller im Sommer 11″, im Winter aber 12″ im Durchmesser haben mußte, um das Bild der Sonne dem Auge zu verdecken.

Jetzt mißt man den scheinbaren Sonnendurchmesser, oder den Winkel, unter welchem die Sonne dem Auge erscheint, mittelst der Zeit, innerhalb welcher die Sonne durch den Meridian geht, und findet denselben Anfangs Juli, wo wir am weitesten von der

Sonne entfernt sind, 31′ 29″ groß, bedeutend kleiner als Anfangs Januar, zur Zeit unserer Sonnennähe, wo er 32′ 34″ mißt und also um 1′ 5″ größer erscheint.

Die so eben angeführten Erscheinungen zeigen sich als Folgen von der Bewegung der Erde um die Sonne, in so ferne nur überhaupt diese Bewegung vor sich geht; die folgenden aber treten nur ein vermöge der gewissen Stellung und Lage der Achse, welche die Erde einmal angenommen hat und stets beibehält. Durch diese Stellung und deren Beibehaltung wird das ewige Einerlei, welches sowohl hinsichtlich der Dauer der Tage als der Jahreszeiten auf der Erde Statt fände, wenn ihre Achse auf der Ekliptik senkrecht stehen würde, vermieden, und durch diese kleine Ursache die schönste und erfreulichste Wirkung in Bezug auf unsere Erde und deren Bewohner hervorgebracht.

Die Erde bewegt sich nämlich in ihrer elliptischen Bahn einmal so, daß ihre Achse gegen die Ebene der Ekliptik unter einem Winkel von c. 66½° geneigt ist, und zweitens, daß diese Drehungsachse während der Bewegung der Erde um die Sonne sich stets parallel bleibt, weil Nichts da ist, was ihre Lage ändern könnte, wie etwa ein Strohhalm auf der Oberfläche einer Wasserschaale seine parallele Lage beibehält, wenn auch die Schaale in einem Zimmer rings herum getragen wird.

Daher schreibt sich nun einmal
der verschiedene Lauf der Sonne am Himmelsgewölbe, und die damit zusammenhängende längere oder kürzere Dauer der Tage.

Läge die Erdachse in der Ebene der Ekliptik, so würde, wenn der eine Pol stets der Sonne zugekehrt bliebe, die eine Hälfte der Erde von der Sonne beständig beschienen werden, diese selbst den unter dem Pole befindlichen Erdenbewohnern stille zu stehen und allen andern stets vollständige, concentrische Kreise zu

beschreiben scheinen, die um so größer werden, je näher man am Aequator wohnt.

Die andere Hälfte der Erdkugel würde die Sonne gar niemals zu Gesicht bekommen und alles Lichtes und der damit verbundenen Wärme beraubt seyn. Offenbar wäre diese Lage der Erdachse gegen die Sonne in der Art, daß der eine Pol ihr beständig zugekehrt ist, für unsere Erde selbst die unvortheilhafteste, da sie nur zur Hälfte bewohnbar wäre; aber selbst wenn die Erdachse in obiger Lage stets parallel bliebe, würde doch der Uebelstand nicht beseitigt, daß einmal die eine, das anderemal die zweite Hälfte der Erde auf kurze Zeit gänzlich des Sonnenlichtes beraubt wäre.

Stände dagegen die Erdachse senkrecht auf der Ebene der Ekliptik, so würde zwar die ganze Erde innerhalb der Zeit einer Achsendrehung gänzlich beschienen werden, allein die Tage blieben stets von gleicher Länge und den Aequatorsbewohnern ginge die Sonne stets über ihren Scheiteln senkrecht hinweg, bei den von dem Aequator nach den beiden Polen zu Wohnenden aber beschriebe sie stets niedrigere Bögen, so daß die Polbewohner selbst sie ganz tief am Horizont erblicken und wenig ihres Glanzes und ihrer Wärme theilhaftig werden würden. Ein großer Theil der Erde könnte sich nicht in dem Maaße seines Lebens und Daseyns erfreuen, wie es ihm durch die schiefe Lage der Erdachse gegen die Ebene der Ekliptik vergönnt ist. Bei dieser kommt es in Bezug auf obige Erscheinungen des Sonnenlaufes lediglich nur darauf an, in welcher Stellung zur Sonne die Erde sich gerade befindet. Da aber die Erdachse immer eine parallele Lage beibehält, so kann es sich nicht fehlen, daß bei der Bewegung der Erde um die Sonne alle Stellungen zum Vorschein kommen, die überhaupt nur möglich sind, und so in Hinsicht auf Beleuchtung und Erwärmung die größte Mannigfaltigkeit eintritt.

Betrachten wir zunächst nur 4 Hauptstellungen, welche die Erde bei ihrer jährlichen Reise um die Sonne einnimmt, und

zwar in den Punkten E und E'' (Fig. 26) und in den Endpunkten E', E''' der Linie, die auf letzterer senkrecht steht und durch den Mittelpunkt der Sonne geht.

Steht die Erde in E und ist ihr Nordpol N der Sonne zugekehrt, so beleuchtet die Sonne auf einmal die Halbkugel e b o, und bei der Drehung der Erde um ihre Achse entbehrt die Kugelhaube e N f, in deren Mitte der Nordpol sich befindet, gar nie das Sonnenlicht und hat beständig Tag, während die Oberfläche des gleich großen Kugelabschnitts r S o am Südpol sich des Sonnenlichtes nie erfreut und anhaltend Nacht hat. Der äusserste Kreis beider Kugelabschnitte, der Polarkreis, ist vom Pole selbst um den Bogen Ne = So = dem Complementswinkel zur Neigung der Erdachse, d. i. um 23½° entfernt, und die Sonne berührt daselbst bei ihrem täglichen kreisförmigen Umlauf den Horizont im Nordpunkte. Die dem Nordpole näheren Parallelkreise oder Breitenkreise haben die Sonne beständig über ihrem Horizont und zwar in Kreisen sich bewegend, die mit dem Aequator parallel laufen; je weiter man sich aber vom Polarkreis dem Aequator nähert, um so kürzer werden die Tage, bis am Aequator selbst im Punkte d Tag und Nacht gleichlang sind und weiter südlich vom Aequator die Tage selbst kürzer werden als die Nächte. Nach welchem Maaßstabe dieses geschieht, ersieht man in der obigen Figur am besten, wenn man für einzelne Punkte der Erde mit dem Aequator Ed parallele Kreise zieht. Gesetzt, es befände sich im Punkte c unser liebes Nürnberg, so wird für die Stellung der Erde in E die Linie sc den Durchmesser des Kreises bezeichnen, in welchem wir uns bei der Achsendrehung der Erde täglich bewegen, und von diesem Kreise bewegen wir uns in dem größeren Bogen, der von einer durch den Punkt g dieses Durchmessers hindurchgehenden Senkrechten abgeschnitten wird, beständig im Sonnenlichte und nur den bei weitem kleineren Theil des Kreises beschreiben wir bei Nacht. Der Tag währt dann für uns (zu Nürnberg) 16 Stunden 4 Minuten, so daß die Nacht nicht einmal halb so lang als der Tag währt.

Was aber den Bogen betrifft, in welchem sich die Sonne am Himmelsgewölbe zu bewegen scheint, so wird derselbe von der täglich größten Höhe der Sonne über unserem Horizonte abhängen. In unserer Figur finden wir dieselbe z. B. für Nürnberg im Punkte c, wenn wir untersuchen, unter welchem Winkel die parallelen Strahlen der Sonne am 21. Juni daselbst auffallen. Es geschieht dieß nach den Gesetzen der Geometrie unter dem Winkel, den ein mit der Centrale EO paralleler Sonnenstrahl cl mit der in dem Punkte c an die Erde gezogenen Tangente fb macht, so daß also der Winkel lcb die Richtung der Strahlen bezeichnet und zugleich die Höhe der Sonne über dem Horizonte angibt. Die Größe des Winkels lcb findet man leicht, da er dem Winkel cbE gleich ist $= 90^\circ$ — Winkel cEb. Nun ist Winkel cEb = unserer Polhöhe cEd weniger der Schiefe der Ekliptik bEd, d. i. $49^\circ\ 27' - 23^\circ\ 28' = 25^\circ\ 59'$, und daher mißt der fragliche Winkel lcb $= 90^\circ - 25^\circ\ 59' = 64^\circ\ 1'$, in welcher Höhe wir also am 21. Juni die Sonne zu Nürnberg über dem Horizonte Mittags 12 Uhr befindlich haben. Leichter noch findet man diese, wenn man bedenkt, daß die Sonne im Wendekreis des Krebses, also $23^\circ\ 28'$ oberhalb des Aequators steht; addirt man hiezu die Aequatorshöhe $40^\circ\ 33'$, so gelangt man zu demselben Resultate. Es ist dieß die größte Höhe, welche die Sonne während des Jahrs erreicht, womit zugleich ihr entferntestes nördliches Auf- und Untergehen vom Ost- und Westpunkte des Horizonts oder ihre größte nördliche Morgen- und Abendweite verbunden ist, die am genannten Tage nicht weniger als 38° beträgt.

Befindet sich die Erde im Punkte E′ (Fig. 26) gerade vor der Sonne, so daß sie die unerleuchtete Seite uns zukehrt, so ist leicht ersichtlich, daß bei ihrer Umdrehung um die Achse N′S′ nach und nach die ganze Erde innerhalb 24 Stunden beschienen wird und jeder Ort 12 Stunden Tag und eben so lange Nacht hat. Die Sonne befindet sich in der verlängerten Ebene des Erdäquators,

d. i. im Himmelsäquator und steht Mittags so hoch über dem Horizont eines jeden Orts, als dessen Aequatorshöhe Grade mißt, bei uns in Nürnberg 40° 33′; aller Orten geht die Sonne im Ostpunkte des Horizonts auf und im Westpunkte 12 Stunden später unter, nachdem sie den Halbkreis des Aequators durchwandert hat.

Kommt die Erde bei ihrer weiteren Bewegung um die Sonne in dem Punkte E″ zu stehen, so treten dieselben Erscheinungen ein wie in E, nur mit dem Unterschiede, daß beide Pole jetzt ihre Rolle vertauscht haben, und das dort Gesagte vom Nordpole und der nördlichen Erdhälfte nun vom Südpole und der südlichen Erdhälfte gilt. Die Oberfläche des südlichen Kugelabschnitts q S″h hat jetzt beständig Tag, während die des nördlichen mN″n in immerwährender Nacht sich befindet; von q aus nach dem Aequator i werden die Tage stets kürzer, bis sie in i selbst 12 Stunden lang sind, von da aus aber gegen den Nordpol zu noch fortwährend an Dauer abnehmen, so daß sie bei uns Nürnbergern im Punkte k nicht länger währen, als 7 Stunden 56 Minuten, wie leicht aus dem Verhältnisse von ku zu uy ersichtlich ist. Die größte Höhe, welche die Sonne in dieser Stellung der Erde jeglichen Orts erreicht, findet man auf die vorhin angegebene Art; für die Bewohner der nördlichen Halbkugel ist es die geringste, unter welcher sie während eines Jahres die Sonne im Meridiane haben; für Nürnberg beträgt sie nicht mehr als den Winkel kwE″ = 90° — dem Winkel kE″w = 90° — (49° 27′ + 23° 28′) = 17° 5′, woraus sich zugleich die kleinen, niederen Kreisbögen erklären, in welchen die Sonne am südlichen Himmel dahin wandert, so wie ihr um c. 38° vom Ost- und Westpunkte des Horizonts südliches Auf- und Untergehen oder ihre größte südliche Morgen- und Abendweite.

Die vierte Hauptstellung der Erde endlich in E‴, wo sie genau hinter der Sonne sich befindet und uns ihre erleuchtete Hälfte zukehrt, bietet vollkommen dieselben Erscheinungen dar, als wie im Punkte E′. Tag und Nacht sind auf der ganzen Erde gleich, und für jeden Ort steht die Sonne Mittags so hoch, als die Aequa-

torshöhe desselben beträgt, in Nürnberg 40° 33′, die Sonne bewegt sich im Himmelsäquator und geht deßhalb im wahren Ostpunkte des Horizonts auf und im wahren Westpunkte unter.

Was nun die mittleren Stellungen betrifft, welche die Erde in ihrer Bahn zwischen den 4 angegebenen Hauptstandorten einnimmt, so ergibt sich, daß auf der Strecke von E bis E″ die Länge der Tage für die nördliche Halbkugel allmählig ab, für die südliche dagegen stets zunimmt; in der Strecke von E″ bis E dagegen die Tage für die südliche Halbkugel stets ab, für die nördliche stets zunehmen. Dasselbe gilt von dem Wachsen und Abnehmen der Morgen- und Abendweiten der Sonne. Im Punkte E hat die nördliche Halbkugel ihren längsten Tag und die südliche ihren kürzesten; im Punkte E″ tritt der umgekehrte Fall ein, und die nördliche Halbkugel hat ihren kürzesten, die südliche ihren längsten Tag.

So verschieden aber auch Tag und Nacht auf der ganzen Erde vertheilt sind, so merkwürdig ist es doch, daß nach Verlauf des Jahres kein Theil derselben, selbst an den Polen nicht, vernachlässigt wurde, indem jeder genau ein halbes Jahr Tag und eben so lange Nacht hatte. Die Summe der Stunden des längsten und kürzesten Tags oder überhaupt zweier Tage, die ein halbes Jahr auseinander liegen, beträgt genau 24 Stunden; dasselbe gilt auch von den Stunden der Nächte.

Als eine weitere Folge der jährlichen Bewegung der Erde um die Sonne und der stets parallelen Lage der Erdachse, unter welcher erstere geschieht, ergibt sich der verschiedene Wechsel der Jahreszeiten.

Mit der so eben beschriebenen, verschiedenen Beleuchtung der Erde von der Sonne, die, wie wir gesehen haben, in der schiefen, sich stets parallel bleibenden Lage der Erdachse gegen die Ekliptik bei der jährlichen Bewegung der Erde um die Sonne ihren Grund hat, steht nothwendigerweise, da Licht und die damit verbundene Wärme die belebenden Prinzipe in der ganzen Natur sind, der phy-

sische Zustand unserer Erde im genauesten Zusammenhang, und daher der verschiedene Wechsel der Jahreszeiten.

Stände die Erdachse auf der Ekliptik senkrecht, so würden wir dieses Wechsels gänzlich entbehren: Tag und Nacht wären auf der ganzen Erde beständig einander gleich, auf der ganzen Erde herrschte für jeden Tag eine constante mittlere Temperatur, auf die Aequatorialgegenden fielen die Sonnenstrahlen das ganze Jahr hindurch theils senkrecht, theils nahe senkrecht, vor ewiger Hitze würde daselbst alles Lebendige vertrocknen und verschmachten, dagegen in den Polarländern wegen der äußerst wenig auffallenden und deßhalb wenig wirksamen Sonnenstrahlen Alles vor Kälte erstarren und ewiger Tod herrschen. Die geringere Entfernung, welche die Erde im Perihelium von der Sonne hat, würde keine merkliche Aenderung in der Jahreszeit herbeiführen, da wir ja wissen, daß nicht die größere Nähe der Erde an der Sonne die stärkere Wirkung der Sonnenstrahlen hervorbringt, sondern die größere Menge in Folge der mehr senkrechten Richtung, in der sie auffallen.

Betrachten wir nun die Erde zuerst im Punkte E''' (Fig. 26) ihrer Bahn um die Sonne und folgen ihr dann in ihrer von West nach Ost gehenden Richtung. Es ist für uns am 21. März, wo die Erde diese Stellung zur Sonne einnimmt und zwar im Zeichen der Waage (im Sternbild der Jungfrau), von dem aus wir die Sonne diametral gegenüber im Zeichen des Widders (im Sternbild der Fische) erblicken. Tag und Nacht sind auf der ganzen Erde gleich und jeder Ort bekommt die Sonne Mittags so hoch, als sein Aequator über dem Horizont erhaben ist; die Aequatorsbewohner daher über ihre Scheitel, die Bewohner der Wendekreise 66° 32' hoch, die von Nürnberg 40° 33', die der Polarkreise 23° 28', die des Poles endlich 0° über ihrem Horizont. Die Jahreszeit, welche mit dieser Stellung der Erde für die Bewohner ihrer nördlichen Hälfte in größerer Entfernung vom Aequator eintritt, ist der F r ü h l i n g, für die der südlichen, der Herbst.

Bei der gen Ost erfolgenden Bewegung der Erde von E''' bis E,

welche durch die Zeichen der Waage, des Scorpions und des Schützen (durch die Sternbilder der Jungfrau, der Waage und des Scorpion) erfolgt, wobei die Sonne diametral gegenüber durch die Zeichen des Widders, Stiers und der Zwillinge (durch die Sternbilder der Fische, des Widders und des Stiers) sich bewegt zu haben schien, kehrt sich der Nordpol in dem Maaße der Sonne beständig mehr zu, als der Südpol sich von ihr abkehrt; die Sonnenstrahlen fallen bei uns stets weniger schief auf und erwärmen um so mehr, als die Tage fortwährend an Dauer zunehmen; neues Leben und Fruchtbarkeit belebt die nördliche Halbkugel. Im Punkte E angekommen, hat sich der Nordpol N der Erde am meisten der Sonne genähert, und alle Orte der nördlichen Erdhälfte, von den Wendekreisen an gerechnet, erhalten daselbst die Sonnenstrahlen am wenigsten schief, oder die Sonne hat für sie während eines Jahres den höchsten Standpunkt am Himmel erreicht und verweilt am längsten über dem Horizont. Die nördliche kalte Zone hat beständig Tag, die südliche beständig Nacht, und vom Aequator an nehmen die Tage nach Norden in demselben Maaße zu, als sie nach Süden abnehmen. Die nördliche Halbkugel erhält also wegen der größeren Höhe der Sonne und ihres längsten Verweilens über dem Horizonte jeglichen Orts die wirksamste und erhaltendste Beleuchtung und Erwärmung; es beginnt für sie der S o m m e r, für die südliche der Winter, und zwar geschieht dieß am 21. Juni, an welchem Tage die Erde ihre Stellung E zur Sonne einnimmt. Die Bewohner des nördlichen Wendekreises haben die Sonne über ihrem Scheitel; bei denen des Aequators steht sie Mittags 66° 32, hoch über dem nördlichen Horizont, bei uns Nürnbergern 64° 1′ über dem südlichen, bei den Bewohnern des nördlichen Polarkreises 46° 56′, bei den Nordpol-Bewohnern selbst 23° 28′.

So wie von der Stellung der Erde in E‴ bis zu der in E, welche vom 21. März bis zum 21. Juni erfolgte, der Nordpol sich immer mehr der Sonne zukehrte, dadurch die Sonne für die nördlich Halbkugel immer höher zu stehen kam und die Tage fort-

während zunahmen, so tritt jetzt von E bis E', wo die Erde sich durch die Zeichen des Steinbocks, des Wassermanns und der Fische (durch die Sternbilder des Schützen, des Steinbocks und des Wassermanns) bewegt, während die Sonne durch die, den genannten diametral gegenüber liegenden Zeichen des Krebses, des Löwen und der Jungfrau (durch die Sternbilder der Zwillinge, des Krebses und des Löwen) ihre Bahn zu nehmen scheint, die umgekehrte Erscheinung ein. Die Sonne steigt bei uns Bewohnern der nördlichen Zone nicht höher über den Horizont herauf, sondern scheint vielmehr eine gleiche Höhe beizubehalten (Sommersolstitium), bis man nach einiger Zeit doch bemerkt, daß ihre täglich größte Höhe etwas abnimmt, und sie im Zeichen des Krebses ihre aufsteigende Bewegung geändert und sich gewendet hat. Die Sonnenstrahlen fallen stets schiefer bei uns auf, die Tage nehmen fortwährend ab, bis im Punkte E', wo die Erde am 23. September von ihrer Reise angelangt ist, für die ganze Erde dieselben Erscheinungen eintreten, welche wir schon in ihrer Stellung in E''' kennen lernten. Tag und Nacht sind auf der ganzen Erde gleich lang, die Sonne bewegt sich in der Bahn des Himmelsäquators und jeder Ort der Erde bekommt sie Mittags so hoch über seinem Horizont zu stehen, als seine Aequatorshöhe beträgt; die Jahreszeit, welche für uns eintritt, ist der H e r b s t, für die Bewohner der südlichen Halbkugel der Frühling.

Bei der weiteren östlichen Bewegung der Erde von E' bis E'' durch die Zeichen des Widders, des Stiers und der Zwillinge (durch die Sternbilder der Fische, des Widders und des Stiers), während welcher Zeit die Sonne selbst durch die Zeichen der Waage, des Scorpions und des Schützen (durch die Sternbilder der Jungfrau, der Waage und des Scorpions) ihren Lauf zu nehmen scheint, genießt der Südpol der Erde dieselben Vortheile, die dem Nordpole in der Bahnstrecke der Erde von E''' bis E zu Theil wurden. Der Südpol kehrt sich stets mehr der Sonne zu und erhält deren Strahlen unter einer stets weniger schiefen Rich-

tung. Es beginnt für ihn der Frühling, die Tage werden stets länger und neues Leben und Fruchtbarkeit tritt an die Stelle der Ruhe und der Alles vernichtenden Kälte, welche er in E ausgesetzt war. Der Pol, zu dessen Erdhälfte wir gehören, wird dagegen von der Sonne stets mehr abgewendet, täglich weniger kräftig und lang von ihr beschienen, so daß endlich im Punkte E'', wo die Oberfläche des nördlichen Kugelabschnitts mN''n gar keiner Beleuchtung und Erwärmung von der Sonne sich erfreut, während der südliche qS''h die beständige Gegenwart der Sonne über dem Horizont genießt, für Nürnberg im Punkte k die Sonnenstrahlen unter dem schiefen Winkel lkw = 17° 5′ auffallen, oder die Sonne um 23° 28′ tiefer als der Aequator im Meridiane zu stehen kommt, und vom Parallelkreis ky, in welcher wir uns bei der Achsendrehung der Erde bewegen, nur das kleine Bogenstück, das von ihm durch die durch den Punkt v hindurchgehende Senkrechte abgeschnitten wird, der Beleuchtung durch die Sonne ausgesetzt ist und die Dauer des Tages nicht länger als 7 Stunden 56 Minuten währt. Trotz dem, daß wir jetzt der Sonne über 700000 Meilen näher stehen, als im Punkte E, zur Zeit unseres Sommeranfangs, stellt sich für uns eine empfindliche Kälte ein und der Winter nimmt in E'', wo die Erde im Zeichen des Krebses (im Sternbild der Zwillinge), die Sonne dagegen im Zeichen des Steinbocks (im Sternbild des Schützen) steht, am 23. December seinen Anfang. Die Bewohner des nördlichen Polarkreises sehen die Sonne am Horizont, bei uns Nürnbergern beträgt ihre größte mittägliche Höhe, wie schon bemerkt, nur 17° 5′, bei den Bewohnern des nördlichen Wendekreises 43° 4, und bei denen des Aequators 66° 32′. Die Bewohner der südlichen Hälfte haben die Sonne gerade so hoch über ihrem Horizonte, als die auf gleichem Breitenkreise Wohnenden der nördlichen Halbkugel im Punkte E.

Daß uns aber die Höhe der Sonne nicht so unbedeutend vorkommt, als es zu dieser Zeit wirklich der Fall ist, kommt daher, daß man eine Höhe von wenig Graden nach dem Augenmaaße viel zu hoch schätzt, wie selbst große Optiker versichern, daß

ihnen eine Höhe von 23° nach dem Augenmaaße als eine Höhe von 45° zu erscheinen pflege. Das Himmelsgewölbe AZB (Fig. 27) erscheint uns nämlich nicht als hohle Halbkugel, sondern als ein flaches Gewölbe ADB. Theilt man nun den Bogen AZ in gleiche Theile Aq = qp = po & und zieht nach C, dem Standpunkte des Beobachters gerade Linien, so theilen diese das flache Himmelsgewölbe gleichfalls, die Theile Ar, rs, st & werden aber sehr ungleich, nämlich nach dem Horizonte hin viel größer ausfallen, als nach dem Zenith hin, und daher kann eine Höhe von 40° dem bloßen Auge sehr wohl als eine Höhe von c. 60° erscheinen.

Von E'' nach E''' bewegt sich die Erde durch die Zeichen des Krebses, des Löwens und der Jungfrau (durch die Sternbilder der Zwillinge, des Krebses und des Löwen), während die Sonne durch die diametral diesen gegenüber liegenden Zeichen des Steinbocks, des Wassermanns und der Fische (durch die Sternbilder des Schützen, des Steinbocks und des Wassermanns) ihre Laufbahn scheinbar fortsetzt. Der Nordpol kehrt sich allmählich der Sonne wieder zu, diese erreicht für die Bewohner der nördlichen Halbkugel stets eine größere Höhe über dem Horizont und beschreibt größere Bögen am Himmelsgewölbe; die Tage nehmen fortwährend an Dauer zu, bis die Erde wieder nach E''' gelangt ist, in welcher Stellung wir sie gleich Anfangs betrachteten und von wo aus wir ihren jährlichen Umlauf beginnen ließen. Es geschieht dieß am 21. März; ein Jahr ist vorüber, und es beginnt nun vom Neuen derselbe Kreislauf der Erscheinungen, wie wir ihn so eben beschrieben haben.

Vom Zeichen des Steinbocks aus, wo die Sonne sich am 23. December befindet, erhebt sich dieselbe für die nördliche Halbkugel stets mehr und mehr und steigt über den Aequator bis zu ihrem davon entferntesten Punkte, ihrem Wendepunkte im Zeichen des Krebses, hinauf von dem aus sie wiederum beständig mehr gegen den Aequator herabsinkt, diesen durchschneidet und endlich ih-

ren tiefsten Standpunkt unter demselben im Zeichen des Steinbocks erreicht. Wir nennen deßhalb die Zeichen ♑, ♒, ♓, ♈, ♉, ♊ die aufsteigenden und die andere Hälfte derselben ♋, ♌, ♍, ♎, ♏, ♐ die niedersteigenden; die Bewohner der südlichen Halbkugel dagegen werden jene die niedersteigenden und letzte die aufsteigenden heißen, so wie überhaupt bei ihnen viele Erscheinungen eintreten, die den bei uns zu gleicher Zeit Statt findenden gerade entgegengesetzt sind.

Wenn für uns der Frühling beginnt, nimmt für die südliche Halbkugel der Herbst seinen Anfang; zur Zeit unserer heißesten Tage im Sommer herrscht dort die strengste Kälte; fängt bei uns der Herbst an, tritt für die südliche Halbkugel der Frühling ein und feiern wir unsere Weihnachten Anfangs unsers Winters, geschieht es dort mit dem Beginnen des Sommers. Dabei ist jedoch im Allgemeinen zu bemerken, daß diese Abtheilung des bürgerlichen Jahrs eben so wenig als die astronomische mit jener übereinstimmt, welche die Witterung macht oder mit der klimatischen. Diese wird nämlich durch die Zu- und Abnahme der Temperatur bedingt, die wieder von ganz anderen Ursachen abhängt.

Auf der Erde verhindern die Träger und Verbreiter des Temperaturwechsels, die atmosphärische Luft und die Wassermassen der Oceane, so wie die von denselben ausgehenden Wasserdünste und deren Niederschläge, als nähere Ursachen der Witterung die reine Darstellung der klimatischen Abtheilung des Jahrs. Der Anfang des klimatischen Frühlings fällt bei uns auf den Tag, welcher als der Erste eine mittlere Temperatur von + 5° R. erreicht, die keine auffallenden Rückfälle mehr erleidet. Dieß ist gewöhnlich am 20. März. Der erste Sommertag ist gewöhnlich der 9. Juni, wo wir eine Temperatur von + 14° R. haben, die nicht viel geringer wird; daher die Regel: nach Josephi beginnt der Frühling, nach Medardus der Sommer. Mit dem 7. September bei einer Temperatur unter + 14° R. nimmt der Herbst

seinen Anfang und dauert bis zum 6. November, wo die Temperatur unter + 5° R. und der Winter sich einstellt, der also nicht weniger als 19 Wochen, vom 7. November bis 20. März, währt.

Die Bewohner der südlichen Erdhälfte haben vor uns das Voraus, daß sie zur Zeit ihres Sommers in größerer Nähe zur Sonne sich befinden, als wir zur Zeit unseres Sommers; allein damit soll jedoch keineswegs gesagt seyn, daß wir bei diesem Wechsel der verschiedenen Jahreszeiten im Vergleich mit unseren südlich wohnenden Mitbrüdern übervortheilt und hintan gesetzt worden seyen. Im Gegentheil sind wir vor ihnen bevorzugt, denn aus der Bewegung der Erde in einer elliptischen Bahn um die Sonne und der Lage der sich stets parallel bleibenden Erdachse erklärt sich nach dem zweiten Keplerischen Gesetze das längere Aufhalten der Sonne in der nördlichen Erdhälfte als in der südlichen.

Es stelle (Fig. 25) die Ellipse ABCD die Bahn der Erde um die Sonne S vor, deren Projection wir am Himmel in den sogenannten Zodiakus EFGH erkennen. In ihrer größten Entfernung von der Sonne befindet sich die Erde in a am 2. Juli, wo sie im 10ten Grade des Zeichens des Steinbocks ihre Stelle einnimmt, kurz nach dem astronomischen Beginne unseres Sommers; ihre größte Nähe zur Sonne erreicht die Erde in b am 1. Januar, wo für die südliche Halbkugel kurz vorher der Sommer eingetreten, im 10ten Grade des Krebses. Ob nun gleich die letztere Halbkugel die Sonne um c. 700000 Meilen zur Zeit ihres Sommes näher hat, als es für uns zur Zeit unseres Sommers der Fall ist, und man hieraus auf eine größere und wirksamere Erwärmung derselben durch die nähere Sonne schließen sollte, so wird doch dieser Vortheil der größeren Sonnennähe, den die südliche vor der nördlichen Halbkugel voraus hat, bedeutend überwogen durch die längere Dauer des Frühlings und Sommers, welche der nördlichen vor der südlichen vergönnt ist. Denn nicht nur ist der Bogen DAB der elliptischen Bahn, den

die Erde von unserem Frühlingsanfang an bis Ende des Sommers beschreibt, größer als der Bogen BCD, welchen die Erde während des Frühlings und Sommers der südlichen Halbkugel in ihrer Bahn zurücklegt, sondern die Erde bewegt sich auch wegen ihrer größeren Entfernung von der Sonne im Aphelium täglich merkbar langsamer als im Perihelium, wie wir wissen, wegen der geringeren Kraft der Schwere, mit der die Sonne sich gegen die entferntere Erde geltend zu machen im Stande ist. Und so geschieht es, daß die Erde zur Beschreibung ihres Weges vom Zeichen der Waage bis zu dem des Widders c. 8 Tage länger braucht, als von dem des Widders bis zu dem der Waage, und daß deßhalb die nördliche Halbkugel, bei welcher während des Laufs der Erde von der Waage bis zum Widder Frühling und Sommer sich einstellen, diese Jahreszeiten, vorzüglich in klimatischer Beziehung letztere, um eben so viel Tage länger hat, als die südliche.

Von ♎	bis ♑	gebraucht	die	Erde	92	Tage	22	Stunden
» ♑	» ♈	»	»	»	93	»	14	»
» ♈	» ♋	»	»	»	89	»	17	»
» ♋	» ♎	»	»	»	89	»	1	»

Da aber, wie schon früher bemerkt, die Punkte der größten Sonnennähe und Sonnenferne sich beständig ändern, und jährlich um c. 12 Sekunden sich ostwärts bewegen, so dreht sich die ganze Erdbahn in c. 20900 Jahren ostwärts um die Sonne und die Folge davon ist, daß die Sonnennähe wie die Sonnenferne zu jeder Zeit des Jahres eintritt und wir Bewohner der nördlichen Halbkugel der Erde Anfangs unseres Sommers der Sonne zwar einst zugleich am nächsten stehen, damit aber den Vortheil eines längeren Sommers verlieren, den alsdann die südliche Halbkugel genießt.

Endlich hängt mit der jährlichen Bewegung der Erde um die Sonne und der Lage ihrer sich stets parallel bleibenden Achse noch genau zusammen das sogenannte Vorrücken der Nachtgleichen (Praecession) oder das Zurückweichen der

Aequinoctialpunkte, das Schwanken der Erdachse (Nutation) und die Abnahme der Ekliptikschiefe, so wie die damit zusammenhängenden Veränderungen der Lagebestimmungen der Sterne.

Unter Ersterem versteht man die Erscheinung, daß die Sonne von dem Durchschnittspunkt der Ekliptik und des Aequators, im Zeichen des Widders, allwo sie für alle Erdbewohner Tag und Nacht gleich macht, bis zu ihrem abermaligen Durchschnittspunkte in demselben Zeichen nicht einen vollständigen Kreis am Himmel beschreibt und der Frühlingsäquinoctialpunkt nach Verlauf eines Jahres nicht an demselben Punkte des Fixsternenhimmels sich befindet, sondern daß dieser Kreis um 50 1/5 Sekunden jährlich zu klein ist, und der Durchschnittspunkt um denselben Bogen sich west- oder rückwärts, gegen die Ordnung der Zeichen, bewegt hat. Dieses Zurückweichen der Aequinoctialpunkte dem Orte nach nennt man auch, in so ferne die Sonne weniger Zeit gebraucht von einem Aequinoctialpunkte bis zum andern in demselben Zeichen wieder zurück zu kehren, als zu einem und demselben Punkte in ihrer Bahn, ein Vorrücken der Nachtgleichen der Zeit nach, und beide Benennungen drücken dasselbe aus. Nun fragt es sich, worin diese Erscheinung, die, wie wir schon früher anführten, den Alten schon durch Hipparch bekannt war, ihren Grund hat.

Hipparch schon bemerkte, daß bei diesem Zurückweichen die Schiefe der Ekliptik, so wie die Entfernung der Sterne von derselben, was wir ihre Breite nennen, stets unverändert bleibt, und daß demnach die Präcession oder die Veränderung, welche die Sterne jährlich in ihrer Länge erleiden, nicht von einer geänderten Lage der Ekliptik gegen die Fixsterne herkomme, sondern vielmehr einer Bewegung der Aequatorsebene, oder was dasselbe ist, einer Bewegung der Erdachse zuzuschreiben sey. Letztere nun könnte auf doppelte Weise vor sich gehen: einmal nämlich so, daß die Erde selbst in derselben Lage beharre und nur die Achse und

mit ihr der Aequator und die mit ihm parallelen Tagekreise eine veränderte einnähme; oder, daß die Erde mit Beibehaltung derselben Achse und desselben Aequators ihre Stellung ändere. Allein bei genauerer Erwägung sehen wir, daß nur auf letztere Weise die Bewegung der Erde Statt finden könne, indem die erstere eine Veränderung der Pol- und Aequatorshöhe aller Orte, so wie eine Verrückung der Cardinalpunkte des Horizonts (Ost-, Süd-, West-, Nord-Punkt) voraussetzen würde, von der sich nicht die mindeste Spur entdecken läßt, da z. B. die vier Seiten der ägyptischen Pyramiden, die genau nach den vier Weltgegenden gerichtet sind, noch jetzt mit der Lage dieser Himmelsgegenden ganz genau zusammentreffen.

Die Erde muß demnach mit Beibehaltung derselben Achse und desselben Aequators ihre Lage gegen die Fixsterne und die Ekliptik ändern, jedoch mit der Bedingung, daß ihre Pole gegen die letztere auch dieselbe Neigung beibehalten. Dieß geschieht nun auf folgende Weise:

Stellt in Fig. 28. EL die Ebene der Ekliptik, AQ die des Aequators dar und bezeichnen CP, NC die in dem Mittelpunkte beider errichteten Senkrechten, oder ihre Achsen, so heißt der Punkt P am Himmelsgewölbe der Pol der Ekliptik und der Punkt N der Endpunkt der Weltachse oder der Nordpol des Himmels. Sollen nun die Punkte ♈ und ♎, wo sich beide Ebenen durchschneiden, sich rückwärts nach ♈′ und ♎′ bewegen, dabei die Ekliptik mit ihrem Pole eine unveränderte Lage beibehalten und die Schiefe der Ekliptik oder die Entfernung des Nordpols vom Pole der Ekliptik, d. i. der Bogen PN stets von gleicher Größe seyn, so kann dieses nur dadurch geschehen, daß sich die Weltachse NC, mit welcher die Aequatorsebene AQ unzertrennlich verbunden ist, in einem vom Pole P der Ekliptik um den Bogen PN entfernten Breitenkreise gegen die Ordnung der Zeichen von N nach M allmählig rückwärts bewegt. Dadurch weichen zugleich die Durchschnittspunkte ♈ und ♎ zurück, die Schiefe der Ekliptik, so wie über-

haupt ihre Lage bleibt stets dieselbe und alle Erscheinungen lassen sich vollkommen daraus erklären. Die Länge der Sterne nimmt stets zu, während ihre Breite von Seite der Präcession keine Aenderung erleidet; der Pol des Himmels verändert seinen Ort, daher die veränderte Rektascension und Declination der Sterne.

Allein in der Bewegung der Weltachse in dem Breitenkreise NMO erkennen wir nichts anderes, als die Bewegung unserer Erdachse, deren einer Endpunkt verlängert den Nordpol des Himmels bezeichnet, und die Präcession hat demnach darin ihren Grund: daß die Erdachse nicht, wie wir bisher voraussetzten, vollkommen ein und dieselbe Lage, während die Erde ihren Umlauf um die Sonne vollendet, beibehält, sondern in der Wirklichkeit sich in einem Zustande beständiger, obwohl äußerst langsamer, Bewegung befindet, in deren Folge sie nach und nach auf jeden Punkt des fraglichen Breitenkreises OMN hinzeigt. Es schreibt sich dieß von der am Aequator erhöhten Gestalt der Erde und der Anziehungskraft der Sonne und des Mondes her. Wäre die Erde eine Kugel, so läge ihr Schwerpunkt im Mittelpunkt und die Anziehungskräfte der genannten Himmelskörper würden auf jeden Punkt der Kugelfläche gleich groß seyn. So aber müssen diese auf die Punkte der am Aequator erhöhten Erde stärker einwirken und den Aequator in die Ebene der Erdbahn zu bringen suchen, was eben jene Bewegung der Erdachse verursacht.

Gegenwärtig zeigt die Erdachse auf einen Punkt des Himmels hin, welchem der äusserste Schwanzstern des kleinen Bären am nächsten steht, und deßhalb wird gewöhnlich dieser Stern (Polaris) als der Ort des Nordpols selbst angegeben. Seine Entfernung vom wahren Pole beträgt auch nicht mehr als 1° 30′ oder etwa 3 Durchmesser des Vollmondes, und wird im Jahre 2103 nach Ch. selbst nur noch 21′ ausmachen. Um das Jahr 2700 v. Ch. war der Stern α im Drachen Polarstern; vor 2000 Jahren stand ein Stern in der Schulter des klei-

nen Bären dem Nordpol am nächsten und galt als Polarstern, was schon seine Benennung Kochab, d. i. vorzugsweise der Stern, anzeigt, und so wird zunächst der Stern γ im Cepheus, dann der glänzende Stern zweiter Größe, Deneb im Schwan, nach 12000 Jahren aber der Fixstern erster Größe, Wega in der Leyer die merkwürdige Stelle des Polarsterns einnehmen, da sich letzterem der Pol bis auf einige Grade nähert. Ueberhaupt werden alle Sterne, die in dem Breitenkreise OMN, oder wenigstens in seiner größten Nähe sich befinden, der Reihe nach die Rolle des Polarsterns übernehmen, und zwar wird dieses in einem Zeitraum von 25813 Jahren, dem sogenannten großen platonischen Jahr, innerhalb welcher Zeit die Erdachse nach allen Punkten des fraglichen Breitenkreises hingezeigt, und die Durchschnittspunkte des Aequators und der Ekliptik sich auf letzterer ringsherum rückwärts bewegt und so einen immer größeren Unterschied zwischen den Zeichen und Sternbildern des Zodiakus hervorgerufen haben, der Fall seyn.

Aus dieser veränderten Lage des Thierkreises ist man zugleich im Stande, das Alter arabischer, alexandrinischer ꝛc. Globen zu bestimmen. So wird zu Rom im Farnesianischen Pallaste ein unter dem Schutte des alten Roms gefundener Globus aufbewahrt, auf welchem der Colur der Nachtgleichen gerade durch das Horn des Widders geht, weßhalb dessen Alter c. 2000 Jahre seyn muß. Der Thierkreis von Denderah in Egypten, der eine Zeit lang aufferordentliches Aufsehen machte, verdankte dieß dem hohen Alter, welches man aus der Stellung seiner Sternbilder für ihn herleiten wollte und welches man auf 15000 Jahre setzte. Allein er hat weder eine Gradeintheilung, noch etwas deren Stelle Ersetzendes, und man schloß dieß hohe Alter nur daraus, daß in ihm der Steinbock als dasjenige Gestirn erscheint, in welchem die Sonne am höchsten steht. Aber gewiß wollten die Alten nicht das Sternbild bezeichnen, in welchem die Sonne stand und welches sie alsdann gar nicht sehen konnten, sondern das, welches

zur Zeit eines gewissen Sonnenstandes am besten sichtbar war und der Sonne gerade gegenüber stand. Darnach wäre dieser Thierkreis etwa von gleichem Alter mit dem in Rom aufgefundenen Globus.

Die langsame Bewegung von jährlich 50$^1/_5$ Sekunden, um welche die Erdachse sich in dem Breitenkreise NMO rückwärts bewegt, ist keine gleichförmige, sondern wird gestört und so zur ungleichförmigen gemacht. Dieß geschieht nämlich durch das Schwanken der Erdachse, Nutation genannt, in Folge dessen die Erdachse bei ihrer um dem ruhenden Pol P der Ekliptik gegen die Ordnung der Zeichen erfolgenden Bewegung nicht z. B. nach dem Punkte M (Fig. 28) des Breitenkreises NMO gerichtet ist, sondern nach einem Punkte des Umfangs einer um den Punkt M beschriebenen kleinen Ellipse xyzu, den sie in c. 18$^1/_2$ Jahren durchläuft. Während dieser Bewegung schreitet aber auch der Punkt M gegen N fort, so daß die Curve, welche der wirkliche Aequatorpol M um P beschreibt, eine wellenförmige Linie abcd ist. Da aber die große Achse der Ellipse xyzu nur 19″, die kleine 14″ beträgt, PM aber 23° 28′, so sind die Undulationen der Curve abcd so klein, daß sie in einer Zeichnung von mäßiger Größe kaum bemerkbar werden. Um diese 19″ ist die Schiefe der Ekliptik, in so ferne dieselbe durch den Abstand des Weltpols vom Ekliptikpol gemessen wird, bald größer, bald kleiner, überschreitet jedoch nicht die angegebenen Grenzen dieses Unterschieds.

Bradley, dem wir die Entdeckung der Aberration des Lichts verdanken, war auch der Erste, der uns nicht nur überhaupt mit der Nutation der Erdachse und der daraus hervorgehenden veränderten Rectascension und Deklination der Sterne bekannt machte, sondern auch in der ungleichen Wirkung des Mondes auf unsere Erde während der Zeit, daß die Durchschnittspunkte seiner Bahn mit der Ekliptik in einem vollständigen Kreisumfang sich rückwärts bewegen, den Grund der Erscheinung mit großer Zuversicht angab. Dieser Zeitraum dauert gleichfalls

c. 18½ Jahre, wie wir später sehen werden, so daß wir also von dieser Seite her für eine weitere Abnahme der Schiefe der Ekliptik nichts zu fürchten haben und uns nach anderen Gründen umsehen müssen, in Folge deren die wirkliche Abnahme derselben Statt findet.

Nach Eratosthenes (250 v. Ch.) nämlich hat die Schiefe der Ekliptik bis auf die neueste Zeit um nicht weniger als c. 24 Minuten abgenommen, und wenn man auch gleich den älteren Beobachtungen nicht unbedingtes Zutrauen schenken darf, indem die Instrumente, mit welchen sie gemacht wurden, noch zu wenig genau verfertigt waren, so weiß man dennoch nach den neuesten Beobachtungen mit großer Zuverlässigkeit, daß die Abnahme derselben in einem Jahrhunderte auf c. 48 Sekunden und seit Eratosthenes also auf 16 Minuten zu setzen sey.

Obgleich nun im Verhältniß zu diesem Zeitraum die Abnahme sehr gering ist, so würden doch im Verlaufe der Zeit die climatischen Veränderungen, welche einzelne Erdstriche dadurch erleiden müßten, nicht unbemerkbar und für die Polbewohner am fühlbarsten seyn, da in c. 176000 Jahren die Erdachse auf der Ekliptik senkrecht stehen würde.

Allein die neuere Astronomie, La Place an der Spitze, hat nicht nur in der allgemeinen Anziehung der Körper gegen einander, hauptsächlich der anderen Planeten in Bezug auf unsere Erde, die Ursache der Abnahme der Ekliptikschiefe aus ungemein scharfsinnigen und mühsamen Berechnungen nachgewiesen, sondern auch, insbesondere zum Troste der bemitleidswerthen Bewohner der Polargegenden, die erfreuliche Entdeckung gemacht, daß diese Abnahme nur bis zu einer gewissen Grenze, bis auf 1° 29′, fortgehen könne, dann ein Stillstand und hierauf wieder ein Zunehmen eintreten werde, und so in dem Clima der Erdoberfläche nur geringe Abänderungen sich einstellen werden. Die Abänderungen, welche wir schon in einzelnen Ländern bemerken, scheinen überhaupt mit dieser bisher eingetretenen Veränderung der Ekliptikschiefe

gar nicht zusammen zu hängen, sondern von rein lokalen Ursachen sich herzuschreiben, wie vom Lichten der Wälder, Austrocknen der Sümpfe, besserer Bebauung und Urbarmachung des Bodens u. s. w. Durch letztere mag es z. B. kommen, daß unser liebes Deutschland jetzt ein milderes Clima hat, als zu den Zeiten der alten Römer und Griechen.

Beide Bewegungen, welche aus der Präcession und Nutation hervorgehen, so wie die Abnahme der Schiefe der Ekliptik verändern zwar den scheinbaren Ort der Himmelskörper unter einander nicht im Mindesten, gleichwie wir entfernte Gegenstände auf dem Lande in ihrer richtigen Lage sehen, nur daß sie bald zu steigen, bald zu fallen scheinen, je nach den Schwankungen des Schiffs, auf dessen Verdeck wir uns befinden; in Bezug auf das Zurückweichen der Durchschnittspunkte der Ekliptik und des Aequators aber nimmt die Länge, so wie die Rectascension der Sterne täglich zu, die Declination erleidet kleine, und nur die Breite gar keine Veränderungen. Die Nutation macht sich nur hinsichtlich der Rectascension und Declination geltend und ändert diese jährlich um geringe Größen, welche aus den astronomischen Ephemeriden zu ersehen sind; die Abnahme der Schiefe der Ekliptik endlich hat allein eine kleine Veränderung der Breite der Sterne zur Folge, deren jährlicher mittlerer Werth c. 9″ beträgt, da bei dieser Abnahme die Ekliptik-Ebene sich um ihre Durchschnittslinie mit dem Aequator wie um eine Achse herum bewegt, und weder diese Durchschnittspunkte, noch die Ebene des Aequators die geringste Aenderung in ihrer Lage dadurch erleiden.

Zehnte Vorlesung.

Topographie des Planetensystems der Sonne.

Die Sonne selbst und die sogenannten unteren Planeten: Merkur und Venus.

Die Sonne.

Von der allgemeinen Betrachtung des Himmels und seiner Welten und den darauf gegründeten Theorieen und Erklärungen der Himmelserscheinungen, womit wir uns bisher beschäftigt haben, wenden wir uns nun zur Betrachtung der einzelnen Welten selbst, besonders der uns zunächst stehenden und am meisten verwandten, nämlich der Glieder unseres Sonnensystems, und machen mit dem Centralkörper dieses, der Sonne selbst, den Anfang.

„Eines Gefühls der Erhabenheit und Ehrfurcht können wir uns nicht entschlagen, wenn wir an sie denken; daran denken, was wir ihr verdanken, und was wir ohne sie wären. Kein Wunder, daß daher die alten Völker bei der frommen Betrachtung der Natur vorzugsweise dem Dienste der Sonne sich widmeten und unter mancherlei Symbolen ihre Verehrung und Dankbarkeit auszudrücken suchten. An ihren Gang, ihre Thätigkeit, ihren Einfluß sind alle Segnungen, die die Erde spendet, gebunden. Steigt sie, so erwachen die Kräfte der Erde, und wenn sie sinkt, so nehmen diese ab. Mit dem kürzesten Tag wird für uns ein neues physisches Jahr geboren, und in der Zunahme der Länge der Tage erblicken wir die Gewißheit, daß der beglückende Frühling sich nähert.“

So groß aber auch der Einfluß der Sonne auf unser ganzes Thun und Treiben ist, so wenig wissen wir von ihr mit Gewißheit zu berichten. Ihres Glanzes bedient sich die erhabene Regentin der 29 Untergebenen, um ein geheimnißvolles Dunkel über ihre Person zu unterhalten und so gleichsam erhabener und verehrungswürdiger ihrer Dienerschaft zu erscheinen. In Allem ist es ihr

jedoch damit nicht gelungen. Die wißbegierigen Erdbewohner, mit großen und überaus genau gefertigten Instrumenten ausgerüstet, haben dadurch erfahren, daß die stolze Königin nicht ewiger Ruhe und Unabhängigkeit genießend in Mitte des Weltalls selbstständig throne, sondern mit ihren Satelliten nicht nur das gemein habe, daß sie sich um ihre Achse drehe, sondern auch mit sammt ihrem Gefolge am Himmel fortrücke, und so den Befehlen einer mächtigeren Gebieterin gehorche, zu deren Untergebenen sie gehört.

Bald nach der Erfindung des Fernrohres wurde nämlich von Galilei in Rom (10. April 1612) die Entdeckung gemacht, daß das Sonnenfeuer keineswegs ein durchaus reines, sondern die Sonnenscheibe gewöhnlich mit mehr oder weniger dunkeln Flecken bedeckt sey. Schon ein Jahr früher machte der Jesuite Scheiner in Ingolstadt dieselbe Beobachtung, allein, weil die Ansicht der Alten von einem durchaus reinen, fleckenlosen Sonnenfeuer eine Art von religiöser Weihe erhalten hatte, war für die ersten Entdecker der Sonnenflecken Vorsicht bei der Bekanntmachung ihrer Beobachtung höchst rathsam, die bei dem Vorstande Scheiners, der übrigens auf die ganze Entdeckung nichts hielt, so weit gieng, daß er erst nach langem Zureden erlaubte, Scheiners Visionen, wie er dessen Entdeckungen nannte, im Jahre 1630 unter einem fremden Namen heraus zu geben. „Diese Sache, bemerkte er gegen Scheiner wird von keinem alten Philosophen erwähnt: ich habe meinen Aristoteles mehr als einmal vom Anfang bis zu Ende durchgelesen, aber nichts dem Aehnliches gefunden. Also halten sie diese Absurdität zurück und geben sie sich nicht öffentlich bloß, sondern seyen sie vielmehr überzeugt, daß es bloß ein Fehler ihres Auges, oder ihres Fernglases ist, welches sie sogar in der Sonne noch Flecken sehen läßt."

Aber nicht bloß Flecken bemerkte man in der Sonnenscheibe, sondern auch einzelne, heller leuchtende Stellen, sogenannte Sonnenfackeln, und machte von beiden die Beobachtung, daß sie nicht stets an derselben Stelle der Sonnenscheibe verblieben, son-

dern täglich von Ost nach West um eine kleine Strecke weiter rückten, bis sie am westlichen Sonnenrande verschwanden und erst nach c. 14 Tagen am östlichen Rande wieder zum Vorschein kamen. Die Bewegungen, welche die Flecken gewöhnlich in der 60° breiten Zone, durch deren Mitte der Sonnenäquator hindurchgeht, machten, erfolgten übrigens nicht in geraden, sondern krummen Linien. Die Sonne, schloß man mit Recht, bewegt sich um ihre Achse, und zwar um eine Achse, die auf der Ekliptik nicht senkrecht steht, in welchem Falle die Flecken sich geradlinig hätten bewegen müssen, sondern die unter einem Winkel gegen dieselbe geneigt ist, welcher nach den neuesten Beobachtungen $7^1/_2{}^0$ mißt.

Die Zeit des Wiedererscheinens eines und desselben Fleckens am östlichen Rand der Sonne, oder was dasselbe ist, die Zeit der Achsenbewegung der Sonne dauerte den Beobachtungen zufolge 27 Tag 12 Stunden, allein da während dieser Zeit die Erde nicht an derselben Stelle ihrer Bahn, also in gleicher Lage zur Sonne verblieben, sondern um eine Strecke von West nach Ost von c. 27° weiter gerückt ist, so hat die Sonne ihre Achsendrehung schon vollendet, bis sie der Erde genau die nämliche Seite wieder zukehrt und zwar um 1 Tag 12 Stunden früher, so daß die Zeit der Achsenbewegung der Sonne oder der Sonnentag nur 25 Erdentage 12 Stunden währt.

Was nun die zweite, die eigene Weiterbewegung der Sonne am Himmel betrifft, so mußte man auf sie durch die bereits vor 100 Jahren vermuthete eigene Bewegung der Fixsterne kommen. Wie schon früher erwähnt, hat Hipparch uns ein Verzeichniß von 1022 Sternen hinterlassen, deren Lage und scheinbare Größe er genau bestimmte. Ein gleiches, nur weit zahlreicheres Verzeichniß besitzen wir von Flamsteed, einem berühmten Astronomen der Engländer.

Verglich man nun beide Verzeichnisse mit einander, so wichen beide in der Lagebestimmung ein und des nämlichen Sterns nach Anbringung der nöthigen Reductionen doch zu viel von einander ab, als daß man diese Abweichungen auf Rechnung der Beobach-

ter oder ihrer Instrumente hätte schreiben können, und nicht vielmehr einer wirklich veränderten, gegenseitigen Stellung der beiden Sterne zuzuschreiben geneigt gewesen wäre. Jedoch die Instrumente, deren die Alten sich zu ihren Beobachtungen bedienen konnten, waren zu mangelhaft, um gute Beobachtungen geben zu können, die doch hier allein die Sache außer Zweifel zu setzen im Stande gewesen wären, und man wartete nun solche ab, die wenigstens um einige Jahrzehende auseinander lägen. Dazu boten sich die genauen und sorgfältigen Beobachtungen Bradley's, so wie die nicht minder richtigen Piazzis dar, welche etwa 40 bis 50 Jahre später gemacht wurden. Bei der Vergleichung beider zeigten sich schon die Abweichungen mit größerer Bestimmtheit und bereits kennt man, vornehmlich durch die angestrengten Bemühungen des Astronomen Argelander in Bonn, nicht weniger als 500 Sterne, deren eigene Bewegung keinem Zweifel mehr unterworfen ist, während sie bei allen übrigen als höchst wahrscheinlich angesehen werden muß, da nach Argelanders genauen Beobachtungen unter 560 sehr genau bestimmten Sternen sich nicht weniger als 390 fanden, bei denen in dem Zeitraum von 75 Jahren eine Ortsveränderung mit Sicherheit wahrzunehmen war.

Die stärkste eigene Bewegung zeigen zwei, zu einem System mit einander verbundene Sterne, der Doppelstern 61 im Sternbilde des Schwans, dessen scheinbare Bewegung jährlich über 5 Sekunden beträgt, der also seine Stelle um den 360sten Theil des Durchmessers vom Vollmonde jährlich am Himmel verrückt. Bei der Entfernung, welche uns von ihm trennt, entspricht eine Sekunde wenigstens 4 Billionen Meilen und jährlich legt also Nro. 61 im Schwan wenigstens eine wirkliche Strecke von 20 Billionen Meilen zurück. Hierauf folgen zwei Sterne, der eine im Eridanus, der andere in der Cassiopeja, wo die jährliche Bewegung zwischen 3 bis 4 Sekunden ausmacht, und 21 Sterne, wo sie wenigstens größer als eine Sekunde ist.

Aber fragen wir, was hat denn diese ermittelte Bewegung der Sterne mit der eigenen Bewegung unserer Sonne am Himmel zu thun, und sind wir vielleicht nur deßhalb geneigt, auch unserer Sonne diese Bewegung zuzutheilen, weil wir sie in die Classe der Fixsterne setzen?

Diese eigenen Bewegungen der Fixsterne können nun zunächst einen zwiefachen Ursprung haben. Entweder die Sterne bewegen sich wirklich im Raume, oder unsere Sonne und mit ihr das ihr zugehörige System von Planeten, deren Trabanten und Kometen bewegt sich am Himmel weiter und bewirkt dadurch scheinbar die Bewegung der Fixsterne. Fände Letzteres ausschließlich Statt, so würde die Sonne auf einen gewissen Punkt des Himmels hin ihren Lauf nehmen und es müßten alle Sterne in der Nähe dieses Punktes weiter auseinander zu rücken, dagegen nach der dem Punkte entgegen gesetzten Richtung mehr zusammen zu rücken scheinen, wie es mit den Bäumen eines entfernten Waldes der Fall ist, welche gleichfalls immer weiter und weiter auseinander treten, je mehr man sich dem Walde nähert, und stets näher und näher an einander zu stehen scheinen, je weiter man sich vom Walde entfernt. Nichts desto weniger ließe sich auch für jeden anderen Stern in jeder anderen Himmelsgegend die Richtung seiner Bewegung bestimmen, wenn man den Punkt genau kennte, auf dem die Sonne zueilt. Dieser Punkt läßt sich nun umgekehrt bestimmen, wenn man die Gegend des Auseinandertretens und des Zusammenrückens, sowie die Richtung der Bewegung mehrerer Fixsterne sorgfältig beobachtet und ermittelt hat.

Bewegten sich dagegen nur die Sterne, wenn auch nicht alle, und befände sich unsere Sonne selbst in ungestörter Ruhe, so müßten wir nicht nur nach allen Richtungen hin die Sterne sich bewegen sehen, sondern auch nach allen diesen Richtungen durchschnittlich gleich häufig, so daß keine Gegend des Himmels sowohl der Anzahl der sich bewegenden Sterne nach, als der Richtung besonders bezeichnet erschiene.

Nun ist aber den Beobachtungen zufolge keines von beiden allein der Fall. Die Sterne bewegen sich nicht alle in solchen Richtungen, wie es der Fall seyn müßte, wenn sie selbst in Ruhe wären und allein unsere Sonne am Himmel fortrückte, sie zeigen aber auch nicht alle Richtungen gleich häufig, wie es hätte geschehen müssen, wenn die Sonne stille stände und den Sternen allein eine Bewegung zukäme. Und es ist demnach der Grund der beobachteten Bewegung der Fixsterne in beiden Ursachen zugleich, sowohl in der wirklichen Bewegung unserer Sonne, als der in der That eigenen Bewegung der Sterne selbst zu suchen. Es fragt sich schließlich nur noch, wo denn der Punkt des Himmels zu finden sey, gegen welchen hin unsere Sonne ihren Lauf nimmt? Nach den neuesten Beobachtungen und Bestimmungen befindet sich dieser Punkt, wo die Sterne verhältnißmäßig am weitesten aus einander treten und in Beziehung auf welchen mehr als für irgend einen anderen ihre Bewegungen so erfolgen, wie sie in Gemäßheit der Sonnenbewegung erfolgen müßten, im Sternbilde des Herkules, in der Nähe seines Kniees, welchen Ort schon der ältere Herschel dafür richtig erkannt hatte.

Ob diese Bewegungen der Sonne und der Sterne sich auf einen gemeinschaftlichen Centralkörper beziehen, oder bloß gegenseitig sind, wie die Störungen der Planeten, deren wir früher gedachten, vermögen wir noch nicht mit Gewißheit zu bestimmen. In der ersteren Annahme, deren Existenz durch die Achsenbewegung der Sonne fast als nothwendig erscheint, da diese nur durch einen anfänglichen Stoß entstanden seyn kann, dessen Richtung nicht durch den Mittelpunkt der Sonne gieng nnd der ihr daher zugleich eine Weiterbewegung ertheilen mußte, findet Argelander einige Wahrscheinlichkeit, daß alsdann dieser Centralkörper in der Gegend des Perseus liege. Allein weder hier, noch in der benachbarten Gegend befinden sich so ausgezeichnete Fixsterne, daß man sie für Centralsonnen halten könnte; man müßte denn an-

nehmen, der Centralkörper sey ein dunkler, was immerhin der Fall seyn könnte.

Kehren wir nun nach dieser kurzen Abschweifung wieder zur Sonne selbst, von deren zwei Bewegungen wir uns im Vorhergehenden zunächst überzeugt haben, zurück und lernen ihre Entfernungen von unserer Erde und ihre Größen - und Massenverhältnisse kennen.

In welch gar großem Irrthum hinsichtlich der Entfernung der Sonne von unserer Erde die alten Astronomen standen, von denen selbst diejenigen, welche sie am entferntesten von uns setzten, ihr höchstens eine 30 mal größere Entfernung als dem Monde zutheilten, haben wir bereits schon früher erwähnt. Ist es doch selbst neueren Astronomen nur gelungen, durch gewisse himmlische Erscheinungen, welche die Alten aus Mangel der Fernrohre gar nicht beobachten konnten und die auch nur selten sich ereignen, sich Gewißheit darüber zu verschaffen trotz der Vollkommenheit der Instrumente, die uns zu Gebote stehen. Unter diesen himmlischen Erscheinungen sind die sogenannten Venusdurchgänge durch die Sonnenscheibe gemeint, welche eintreten, wenn Venus genau zwischen der Sonne und unserer Erde zu stehen kommt und deßhalb als eine kleine schwarze Scheibe auf der Sonne gesehen wird. Leider finden diese nur selten statt, in jedem Jahrtausend nur 16 mal, und deßhalb wetteiferten die aufgeklärten Regenten Europas, mit großen Kosten Astronomen in entfernte Welttheile zu schicken, um den jüngsten Venusdurchgang, der sich am 3. Juni 1769 ereignete, genau und von verschiedenen Orten aus beobachten zu lassen. Rußland schickte seine Beobachter nach Tobolsk und Kamtschatka, Frankreich nach Isle de France und Coromandel, England nach Otaheite (Cooks erste Reise) und St. Helena, Schweden und Dänemark nach Drontheim. In Folge dieser Beobachtungen und der sich daran knüpfenden scharfsinnigen Berechnungen ergibt sich nun als mittlere Entfernung der Sonne von unserer Erde 20′708000 geographische Meilen. Ihre größte und im gegenwärtigen Jahrhun-

dert am 2. Juli jedes Jahrs stattfindende Entfernung ist 21'052150 Meilen, und ihre kleinste am 1. Januar dagegen 20'359950 Meilen. Ein Dampfwagen, der selbst 8 Meilen in einer Stunde zurücklegte, würde nicht weniger als 300 Jahre brauchen, um von uns aus zur Sonne zu gelangen; eine Kanonenkugel, um dasselbe zu leisten, mehr denn 25 Jahre und selbst der Schall, der doch in einer Sekunde eine Strecke von c. 1100 Fuß durchläuft, brauchte dazu 15 Jahre; nur dem Lichtstrahl ist es vergönnt, den Weg von der Sonne zur Erde schon in 8 Minuten 13 Sekunden zu durcheilen, wie wir bereits bei der durch Olof Römer entdeckten nicht augenblicklichen, sondern allmähligen Fortpflanzung des Lichtes gehört haben.

Was nun die Größen- und Massenverhältnisse der Sonne betrifft, so mißt der scheinbare mittlere Sonnendurchmesser wenig mehr als einen halben Grad, nämlich 32 Minnten 8/9 Sekunden: der größte am 1. Januar, wo die Sonne uns am nächsten, 32′ 33″, 7; der kleinste am 2. Juli in der Sonnenferne, 31′ 29″, 2. Daraus und aus der bekannten Entfernung der Sonne von unserer Erde berechnet sich leicht der wahre Durchmesser der Sonne zu 192936 geographische Meilen oder zu etwas mehr als 112 Erddurchmessern, woraus sich ein Umfang von 605556 Meilen ergibt, welcher gleichfalls den unserer Erde mehr denn 112 mal übertrifft, ja fast doppelt so groß ist als die Bahn unseres Mondes, so daß, wenn unsere Erde im Sonnenmittelpunkt sich befände, und der Mond in seinem doppelten Abstand um sie sich bewegte, dieß noch innerhalb des Sonnenkörpers geschehen würde. Und da unsere Sonne entweder eine vollkommene Kugel ist, oder doch so wenig abgeplattet, daß selbst die schärfsten Messungen nichts davon gewahr werden, so finden wir leicht die Größe ihrer Oberfläche und ihres Cubikinhaltes. Erstere beträgt mehr als 116944 Millionen Quadratmeilen und übertrifft mehr als 12700 mal die Oberfläche unserer Erde; letzterer gegen 3820 Billionen Cubikmeilen, so daß das Volumen der Sonne 1415225 mal dem Vo-

umen unserer Erde gleich kommt, wir aus der Sonnenkugel nicht weniger als 1415225 so große Kugeln, wie unsere Erde deren eine ist, bilden könnten, was für den stolzen Erdbewohner gerade nicht erhebend ist. Nur mit der Masse der Sonne, die an Volumen alle bekannten Himmelskörper weit hinter sich zurückläßt, da dasselbe zur Formation von mehr denn selbst 620 Planetensystemen wie das unserige ausreichen würde, sieht es nicht gleich betrübend aus. Darin übertrifft sie unsere Erde nicht mehr als 345936 mal, oder 345936 Erdkugeln in der einen Waagschaale würden der Sonne in der anderen Schaale das Gleichgewicht halten, alle übrigen Planeten zusammen besitzen aber selbst den 775ten Theil der Sonnenmasse. Es schreibt sich diese im Verhältniß zu ihrem Volumen geringe Masse der Sonne von ihrer geringen Dichtigkeit her, die nach den neuesten Bestimmungen viermal von der unserer Erde übertroffen wird, so daß dem Sonnenkörper keine größere Dichtigkeit als der Braunkohle und dem Ebenholze zukommt.

Allein troz dieser geringen Dichtigkeit ist doch die Schwer- oder Anziehungskraft, welche die Sonne gegen die um sie rollenden Planeten und Kometen ausübt, eine sehr bedeutende, welche sie ihrer ungeheueren Größe zu verdanken hat. Diese Schwerkraft ist an der Oberfläche der Sonne über 29 mal größer als an der Oberfläche der Erde, in Folge deß ein Körper daselbst in der ersten Sekunde seines Fallens nicht weniger als 428 paris. Fuß zurücklegt. Nimmt man hiezu, daß die Fallräume der folgenden Fallsekunden wie die ungeraden Zahlen zunehmen, d. h. daß ein freifallender Körper in der zweiten Sekunde seines Fallens einen dreimal, in der dritten einen fünfmal u. s. w. so großen Raum durcheilt als in der ersten, so ist leicht ersichtlich, daß die Geschwindigkeit eines fallenden Körpers auf der Sonne mehr der einer abgeschossenen Kanonenkugel als der Fallgeschwindigkeit auf unserer Erde zu vergleichen ist. Alle Körper wiegen auf der Sonne 28 mal mehr als auf unserer Erde, was selbst von der atmosphäri-

schen Luft oder überhaupt den gasartigen Massen gilt, welche den Sonnenkörper umgeben und zwar in 28 mal größerer Verdichtung als auf unserer Erde. Hätte die Sonne bei gleicher Masse mit unserer Erde dasselbe Volumen, so würde ein Körper, der bei uns 1 Pf. wiegt, dort ein Gewicht von 345936 Pf. haben. Nun ist aber der Mittelpunkt der Sonne 112 mal weiter von der Sonnenoberfläche entfernt, als der unserer Erde von ihr Oberfläche, deßhalb nimmt das Gewicht um das 112 mal 112 fache ab, und der bei uns 1 Pf. schweren Körper wiegt auf der Sonne =

$$\frac{345936}{112 \cdot 112} = \text{c. } 28 \text{ Pf.}$$

Fragen wir nun schließlich nach dem eigentlichen Wesen und der Natur der Sonne, des Himmelskörpers, der so bedeutenden Einfluß auf uns ausübt, daß er schon deßhalb ein Interesse an ihm erregen mußte, so können wir nicht umhin einzugestehen, daß wir über diese Physik der Sonne leider nicht viel mehr als die Alten anzuführen im Stande sind, da selbst das beste Fernrohr es nicht vermag, uns die Sonne so nahe zu rücken, daß sie dem Monde, mit unbewaffnetem Auge gesehen, vergleichbar würde nnd Alles, was auf der Sonne wahrgenommen werden soll, nach jeder Dimension 400mal ausgedehnter seyn muß als das, was wir unter gleichen Umständen auf dem Monde noch wahrnehmen können. Schon diese stellten nämlich die Meinung auf, die Sonne sey keineswegs feuriger Natur, ein großer glühender Feuerball, sondern planetenartiger, dunkler Natur und entzünde nur durch ihre schnelle Bewegung den Aether um sich her und erhalte dadurch das Vermögen, die Planeten zu erleuchten und zu erwärmen, und damit stimmen wir im Ersteren überein, suchen aber den Grund ihres Leuchtens und der damit verbundenen Erwärmung in einer die Sonne rings umgebenden, viele Hunderte von Meilen hohen Lichthülle, die wahrscheinlich dasselbe ist, was unsere Atmosphäre für unsere Erde und nur darin sich von ihr unterscheidet, daß sie sich in Folge der großen Schwerkraft der Sonne,

wie bereits so eben erwähnt, in großer Verdächtigung befindet. Wird unsere gewöhnliche atmosphärische Luft auf das 25 bis 30fache ihres Normalzustandes verdichtet, so bringt sie Wärme- und Lichterscheinungen hervor, wie man in ersterer Beziehung nur an den pneumatischen Feuerzeug (die Moletsche Pumpe), in letzterer daran erinnern darf, daß bei den ersten Entladungen einer gut geladenen Windbüchse stets Lichterscheinungen zum Vorschein kommen. Eine ähnliche Verdichtung findet nun aber auf der Sonne beständig Statt, und daher rührt vielleicht ihr Leuchten und ihre erwärmende Kraft, und daher und weil wir die c. 30000 Millionen Quadratmeilen ihrer Oberfläche in ein Scheibchen von einem Quadratfuß bei uns zusammengedrängt erblicken, das Licht von so blendendem Glanz, das Sonnenhafte, nicht allein für sich selbst, sondern auch für die zu ihrem System gehörigen Himmelskörper. Für diese scheint die Sonne mehr durch Anregung, als durch unmittelbare Mittheilung zu wirken, weßhalb wir denn auch die Atmosphären bei allen als für gleich, nur von verschiedener Dichtigkeit voraussetzen, in denen allen dasselbe leuchtende Prinzip verbreitet ist und das nur geweckt zu werden braucht, um zur Erscheinung zu kommen, gleichwie eine Saite den Ton nachsingt, der in ihr liegt, wenn derselbe Ton von wo andersher angegeben wurde, was gleichfalls nimmermehr Statt fände, wenn nicht derselbe Ton schlafend in ihr ruhte. Das Sonnenlicht, bemerkt Arago, verhält sich Bezugs seines Polarisationszustandes wie das eines gasförmigen Körpers.

Mit dieser Ansicht vom Wesen der Sonne stimmt gar wohl die Theorie überein, die neuerer und neuester Zeit vom Lichte überhaupt aufgestellt wird, der zu Folge das Licht keineswegs eine außerordentlich feine, von dem leuchtenden Körper ausgehende Materie ist (Newtons Emanations- oder Emissions-System), welche in Form von Strahlen von der Sonne zur Erde herabschieße, sondern nur eine sich fortpflanzende schwingende Bewegung der Aetherwellen (Eulers Undulations- oder Vibrations-System), welche im Auge das Sehen, gleichwie die

durch einen in Schwingungen befindlichen Körper erregten Luftwellen im Ohre das Hören bewirken. Die Sonne besitzt nun die Eigenschaft, den Aether fortwährend in schwingende Bewegung zu versetzen und dieß wahrscheinlich durch die in elastischer Spannung befindliche, verdichtete Luftschicht, welche die Sonne rings umgibt, und erscheint so als selbstleuchtender Körper. Als solche zeigen sich zwar die übrigen Planeten nicht, allein ihre Atmosphären scheinen doch mehr oder weniger der Lichtentwicklung fähig und dieß um so mehr zu seyn, je größer die Anziehungskraft des Planeten auf die Verdichtung der Atmosphäre wirkt; denn nur auf diese Weise läßt sich das lebhafte, schöne Licht erklären, mit welchem die entferntesten Planeten unseres Sonnensystems, Jupiter, Saturn und Uranus, aus so weiter Ferne zu uns schimmern.

Was die mit dem Sonnenlichte verbundene Wärme betrifft, so rührt solche nicht unmittelbar von den Sonnenstrahlen selbst her, oder die Sonnenstrahlen selbst sind nicht warm, sondern der Wärmestoff, der dem Erdkörper und dessen Atmosphäre eigenthümlich ist, wird nur durch die Sonnenstrahlen entwickelt und frei gemacht. Nach der obigen Theorie vom Lichte ist es nämlich wahrscheinlich, daß das Licht durch seine große Schnelligkeit die feinsten Theile der Oberfläche der Körper in eine schnelle zitternde Bewegung versetzt und dadurch eine ähnliche Wirkung hervorbringt, wie wir durch die Reibung dieser Oberflächen selbst zu erzeugen pflegen. Merkur besitzt wohl diesen Wärmestoff in viel geringerem, Uranus in viel höherem Grade als unsere Erde.

Herschel hielt die Hülle, welche die Sonne umgibt, für doppelt, von denen die äußere viel stärker glänze, als die innere; erstere vorzugsweise ihr Licht in den Weltraum ausstrahle, letztere in näherer Beziehung zur Oberfläche des Sonnenkörpers selbst stehe. Geschieht es nun, daß aus irgend welchen Ursachen in der äußeren oder in beiden Schichten lokale und temporelle Entziehungen des Lichtstoffes entstehen, so wird im ersteren Fall die innere, weniger stark glänzende Lichthülle, im zweiten die dunkle Ober-

fläche der Sonne entblößt, und es entstehen dadurch die bald weniger, bald mehr dunkeln Flecken auf der Sonnenscheibe, deren wir schon früher gedachten. Die Flecken sind also keineswegs, wie man früher glaubte, opake Auswürfe, gleichsam Schlacken der Sonnenvulkane, oder Wolken, die in der Sonnenatmosphäre schwimmen, auch nicht dunkle Planeten oder Satelliten der Sonne, wofür sie der östreichische Jesuite Scheiner hielt, der einer der ersten mit war, welcher sie entdeckte und deßhalb zu ihrer Benennung sidera austriaca die Veranlassung gab, sondern sie sind weiter nichts als Oeffnungen oder Vertiefungen in der einem oder in beiden Sonnenatmosphären, wie man deutlich daraus erkennt, daß man die dunkeln Flecken zur Zeit ihres Ein= oder Austritts aus dem Sonnenrande als wirkliche Einschnitte in diesem Rande beobachtete. Mit diesen Entziehungen oder, wenn das Leuchten der Sonne wirklich durch Zusammenpressung der Gase entstehen sollte, mit dieser Verdünnung der Lichtsphäre an einigen Stellen muß aber eine größere Anhäufung oder Verdichtung derselben an anderen verbunden seyn, und diese macht sich uns in den Sonnenfackeln bemerklich, die, wie es zu erwarten, am häufigsten in der Nähe großer, dunkler Flecken gesehen werden. Auf diese Weise entsteht keineswegs, wie man Anfangs glaubte, durch die Erscheinung großer Sonnenflecken eine wirkliche Verminderung des Lichts auf der Sonnenoberfläche, welche eine gleiche Verminderung der Wärme auf unserer Erde zur Folge gehabt hätte; im Gegentheil ist Herschel der Meinung, daß mit dem Entstehen von Flecken auf der Sonne eher eine Wärmezunahme auf unserer Erde verbunden sey. Denn die Flecken entstehen nur durch große Veränderungen, die in der Sonnenatmosphäre vor sich gehen; dazu gehört eine erhöhte Thätigkeit der daselbst wirkenden Kräfte, die sich nur in einer kraftvolleren und durchdringenderen Wirkung der Sonnenstrahlen äussern kann. Wirklich wollte Herschel auch aus Erfahrungen gefunden haben, daß in Jahren, in welchen die Sonne mehr Flecken zeigte, als in anderen, die Ernten reichlicher ausfielen. Allein bei genaue=

rer Vergleichung der mittleren Temperaturen mehrerer Jahre und der Sonnenflecken, die in denselben gesehen wurden, zeigt sich, daß der Witterungslauf mit den Flecken nichts zu thun habe und Herschels Meinung keineswegs haltbar sey. Direkte Beobachtungen haben über den Einfluß der Sonnenflecken auf die Witterung noch nichts entschieden und überdieß ist die Verminderung der leuchtenden Fläche, wenn ja eine solche in der That Statt finden sollte, höchstens der hundertste Theil der ganzen Sonnenatmosphäre, also gewiß zu unbedeutend, als daß Thermometer und Photometer etwas davon anzeigen sollten.

Noch ist einer Erscheinung zu gedenken, die besonders im Frühjahre und Herbst bei uns eintritt, wenn die Sonne eben untergegangen ist, oder eben aufgehen will, des sogenannten Zodiakal- oder Thierkreislichtes, eines weißlichen, dem Schimmer der Milchstraße ähnlichen, von der Sonne herkommenden und in der Richtung der Thierkreiszone fortgehenden, spitzzulaufenden Lichtes. Der Grund hievon mag wohl der seyn, daß unsere Sonne mit einer entweder selbst leuchtenden oder vom Sonnenlichte beleuchteten, weithin ausgedehnten Atmosphäre begleitet ist, welche die Form eines linsenförmigen Körpers hat, der in der Richtung der Sonnenachse die geringere, in der Richtung des Sonnenäquators die größte Ausdehnung besitzt.

Von dieser Betrachtung und Beschreibung des Centralkörpers unseres Sonnensystems wenden wir uns nun zu der innerhalb der Bahn unserer Erde um die Sonne kreisenden planetarischen Himmelskörper, der sogenannten unteren Planeten, Merkur und Venus.

Der Merkur.

Dieser, so viel uns bis jetzt bekannt, der Sonne zunächst kreisende Planet erscheint uns entweder kurz vor Sonnenaufgang oder gleich nach Sonnenuntergang in der Nähe der Sonne als ein kleiner, mit hellweißem, blendendem Lichte glänzender Stern vierter Größe, der, wie der Mond, seine Lichtgestalt ändert und dabei die Lichtgränze so stark ausgezackt zeigt, daß auf ihm grö-

ßere Berge als auf dem Monde vorhanden sind. Seine Gestalt scheint ganz kugelförmig zu seyn, denn als er am 9. November 1802 mit der Sonne und Erde in gerader Linie sich befand und die Sonne uns theilweise verdeckte (Merkursdurchgang) sah man ihn vollkommen kreisförmig, ohne irgend eine Spur von atmosphärischer Umhüllung, so daß, wenn nicht gerade zur Zeit der Beobachtung die Polarachse in der Linie vom Auge gegen die Sonne lag, der Planet nicht wesentlich an seinen Polen abgeplattet seyn kann. Seine Entfernung von der Sonne beträgt nur nahe 8 Millionen Meilen, weßhalb wir ihn nie weit von der Sonne entfernt, höchstens 27° 42′ oder 55 Vollmondsdurchmesser weit, erblicken, was also nur in der Morgen- oder Abenddämmerung, und da nur schwer, geschehen kann, so daß Copernikus noch auf seinem Todtenbette getrauert haben soll, daß er ihn niemals gesehen. Die Alten sind es wohl nur dem heiteren Himmel Aegyptens und Asiens und vielleicht der größeren Schärfe ihrer Augen schuldig, daß sie den Merkur gesehen haben. Diese große Sonnennähe ist auch der Grund, weßhalb man nur selten und mit großer Schwierigkeit Flecken auf der Oberfläche Merkurs wahrnehmen, und daraus die Dauer seiner Achsenbewegung zu 24 Stunden 5 Minuten bestimmen konnte.

Merkur ist um die Hälfte dichter als unsere Erde, etwa so dicht wie feines Kupfer, weil er aber c. 23 mal kleiner als sie ist, so wirkt die Schwerkraft doch nur in dem Grade auf ihm, daß der Fall eines Körpers, auf seiner Oberfläche in der ersten Sekunde 8 7/10 paris. Fuß beträgt und 100 Pf. auf der Erde nur 58 Pf. auf dem Merkur sind. Sein Jahr oder sein Umlauf um die Sonne zählt nach Erdentagen gemessen 87 Tage 23 Stunden 15 Minuten, in welcher Zeit er sich mit unserer Erde einmal in Conjunction und in Opposition befindet, das einemal uns 16 Millionen Meilen näher steht als das anderemal. Dabei bewegt er sich in einer bedeutend länglichen Bahn, indem sich die größte Entfernung von der Sonne zur kleinsten fast wie 10 : 7 verhält, welch verschiedene

Abstände von der Sonne natürlich zur Folge haben, daß Merkur die Sonne bald größer, bald kleiner erblickt und in denselben Verhältnissen bald mehr, bald weniger von ihr beleuchtet wird. In seiner größten Sonnennähe sieht er die Sonne $10^{2}/_{3}$ mal größer als wir auf der Erde, in seiner mittleren $6^{2}/_{3}$ mal und in seiner geringsten nur $4^{1}/_{2}$ mal.

Als der der Sonne zunächst stehende Planet erfährt er von Seite letzterer die größte Anziehungskraft, welcher er, um nicht zur Sonne zu stürzen, demnach auch die größte Fliehkraft entgegensetzt, so daß er sich in einer Sekunde um fast 7 Meilen in seiner um 7° gegen die Ekliptik geneigten Bahn weiter bewegt.

Die Venus.

Ein äußerst lebhaft glänzender Stern erster Größe, den man selbst am Tage nicht selten mit bloßem Auge sieht und der in seinem schönsten Glanze sogar Schatten wirft, und so, wenn auch nur in Etwas, den abwesenden Mond zu ersetzen sucht. Ihre Entfernung von der Sonne beträgt sehr nahe 15 Millionen Meilen, weßhalb wir sie viel weiter von der Sonne von Zeit zu Zeit abstehend finden, als den Merkur, selbst 48° oder 96 Durchmesser des Vollmondes weit, wodurch ihre Sichtbarkeit um so vielmehr begünstigt ist. Geht sie der Sonne voraus, so kann sie selbst über 3 Stunden vor Sonnenaufgang am östlichen Himmel beobachtet werden und heißt Morgenstern, Lucifer oder Phosphorus; folgt sie der Sonne nach, so währt die Dauer ihrer Sichtbarkeit nicht minder lange als Abendstern oder Hesperus. Auf beide Benennungen könnte Merkur mit gleichem Rechte Anspruch machen, allein er war den Alten zu wenig bekannt, so daß sie nur die Venus vorzugsweise also nannten und wir folgen ihrem Beispiele. Noch hat Venus mit dem Merkur das gemein, daß sie sich in Phasen zeigt, bald sichelförmig, bald halb, bald noch mehr erleuchtet, nie aber mit voller, runder, beleuchteter Scheibe, wohl aber mit dunkler, wenn sie von Zeit zu Zeit vor

der Sonnenscheibe vorübergeht und einen Theil der letzteren verdunkelt. Der neueste Venusdurchgang ereignete sich am 3. Juni 1769, und wir erwähnten bereits, wie solcher zur Bestimmung der Entfernung der Sonne von unserer Erde eifrig benützt wurde. Der nächste erfolgt erst am 8. December 1874, was unter Anderem darin seinen Grund hat, daß die Bahn der Venus nicht in der Ekliptik selbst liegt, sondern mit ihr einen Winkel von 3° 23′ 31″ macht. Wäre Ersteres der Fall, so würde bei jeder Conjunction der Venus mit der Sonne ein solcher Durchgang erfolgen, was zwar nicht in je 224 Tagen 16 Stunden, der Zeit, welche die Venus zu ihrem jährlichen Umlauf um die Sonne gebraucht, immer Statt fände, aber doch wegen der Bewegung der Erde selbst in je 584 Tagen. So aber treten diese Durchgänge nur ein, wenn zur Zeit der Conjunction Venus entweder wirklich in einem der Knoten ihrer Bahn mit der Ekliptik steht, oder nur so weit von letzterer entfernt, daß der Halbmesser der Sonne größer als dieser Abstand ist.

Obgleich kein Planet der Erde so nahe kommt als Venus, denn sie ist zuweilen nur 5¼ Millionen Meilen von uns entfernt, dagegen freilich auch 36 Millionen, so ist sie uns doch wegen ihrer dichten Atmosphäre, die sie in einen für das Fernrohr undurchdringlichen Schleier hüllt, weniger bekannt als die entfernteren Planeten. In Folge dieser dichten Atmosphäre, welche die Fixsterne nicht plötzlich, sondern allmählig hinter der Venus verschwindend macht, bemerkte man früher nicht einmal einen entschiedenen Flecken auf der Venus Oberfläche, welcher zur Bestimmung der Umdrehungszeit um ihre Achse, die um den 306ten Theil kleiner als ihr Aequatordurchmesser ist, behülflich gewesen wäre. Erst in neuerer Zeit wurde dieselbe zu 23 Stunden 21 Minuten bestimmt, welche Dauer mit der Zeit der Achsendrehung unserer Erde nahe übereinkommt. Ueberhaupt ist Venus derjenige Planet, welcher in den meisten Beziehungen der Erde ähnlicher ist, als irgend ein anderer. Hinsichtlich ihrer abgeplatteten Gestalt und der Dauer ih-

res Tages ist diese Aehnlichkeit bereits nachgewiesen; aber noch mehr, die Venus hat mit unserer Erde gleiche Größe und gleiche Masse, folglich gleiche Dichtigkeit. Nach den neuesten Messungen des berühmten Astronomen Mädler beträgt nämlich der wahre Durchmesser der Venus nur 2 Meilen weniger als der Durchmesser unserer Erde, d. h. 1717 geogr. Meilen, und da ihre Masse nur um ein sehr Geringes größer als die der Erde ist, so folgt, daß sie gleiche Dichtigkeit mit ihr hat und die Fallhöhen, Gewichte der einzelnen Körper u. s. w. auf beider Oberflächen nahe dieselben sind.

Unter allen Planetenbahnen weicht keine von der völligen Kreisgestalt weniger ab, als die der Venus, daher sie auch die Sonne fast stets von gleicher Größe, noch einmal so groß als wir, sieht und sich stets gleich schnell bewegt, in jeder Sekunde nahe 5 Meilen in ihrer Bahn zurücklegt.

Aeltere Astronomen wollten zuweilen einen Venusmond gesehen haben. Hievon verlautet seit fast hundert Jahren nichts mehr, und was sie sahen, war wahrscheinlich nichts als eine Seitenabspiegelung der Venus in den damals noch unvollkommen verfertigten Ferngläsern, wie selbst in unseren jetzigen Achromaten solche matte Nebenbilder des Mondes, des Jupiters und anderer starkglänzender Himmelskörper mehrmals vorkommen, von denen als blos optischen Erscheinungen man sich leicht durch Verschiebung des Ocularglases überzeugt. Würde Venus in der That von einem solchen Trabanten begleitet, so hätte letzterer bei den beiden neuesten Venusdurchgängen in den Jahren 1761 und 1769 wohl nimmermehr den sorgfältigen Beobachtungen der Astronomen entgehen können.

Eilfte Vorlesung.

Fortsetzung der Topographie des Planetensystems der Sonne.

Die Erde.

Mit dieser haben wir uns im Vorhergehenden schon vielfach beschäftigt, so daß, wenn wir ihr gleiche Beschreibung wie den übrigen Planeten der Gleichförmigkeit halber widmen, es nicht fehlen kann, in öftere Wiederholungen zu gerathen. Stellen wir nun vorerst das in astronomischer Beziehung Wissenswerthe von unserer Erde in gedrängter Kürze zusammen, lernen dann die mathematische Eintheilung ihrer Oberfläche durch gewisse Linien zur geographischen Ortsbestimmung, so wie nach Zonen, Sphären, Climaten und der Eintheilung ihrer Bewohner nach ihrem Schatten und ihrer Lage näher kennen und ergreifen hier die Gelegenheit, von mehreren Erscheinungen zu reden, die sich dem aufmerksamen Beobachter des gestirnten Himmels oft darbieten und deßhalb zu einer näheren Betrachtung auffordern.

In einer mittleren Entfernung von 20'706000 geographischen Meilen (die größte Entfernung beträgt 21'052150, die geringste 20'359950 g. Meilen) bewegt sich unsere Erde in einer elliptischen Bahn um die Sonne, welche in dem einen Brennpunkte der Bahn sich befindet. Die Zeit, welche sie braucht, um diese Bahn vollständig zu durchlaufen und zu einem gewissen Sterne in derselben wieder zurück zu kehren, oder die siderische Umlaufszeit der Erde um die Sonne beträgt 365 Tage 6^h 9^m 11^s, welche stets von fast gleich langer Dauer ist und nur um weniges, höchstens 15 bis 20 Minuten, durch die periodischen Störungen der Planeten eine Veränderlichkeit erfährt. Dabei bewegt sich die Erde täglich bald schneller, bald langsamer, je nachdem sie sich in der Sonnennähe oder Sonnenferne befindet, bald 61' 10'', bald 57' 11'', im Mittel 59' 8'', und ihre Achse steht dabei nicht auf der

Ebene der Bahn senkrecht, sondern ist unter einem Winkel von 23° 27′ 35″ gegen sie geneigt, woher es kommt, daß sich beide Bahnen, die Ekliptik und die Ebene des bis an den Himmel erweiterten Erdäquators oder der Himmelsäquator in zwei Punkten durchschneiden und die Sonne bald über den Aequator hinauf, bald unter ihn hinab sich bewegt. Die Zeit, welche verfließt, bis die Sonne zum zweitenmal über den Aequator hinaufsteigt, und welche die Wiederkehr der Jahreszeiten bestimmt, ist die tropische Umlaufszeit der Erde um die Sonne oder das sogenannte Sonnenjahr. Seine Dauer beträgt gegenwärtig 365 Tage 5^h 48^m 48^s, kann jedoch in den verschiedenen Zeitaltern um 38 Sekunden verschieden ausfallen, einmal, weil das siderische Jahr kleinen Veränderlichkeiten unterliegt, die auch auf das tropische übergehen und dann, weil die Präcession, welche den Unterschied beider Jahre bewirkt und jährlich c. 50 Sekunden beträgt, gleichfalls nicht constant ist.

Ihre größte Sonnennähe erreicht die Erde jetzt fast genau am Anfang des Jahrs (1. Jan.) und ihre größte Sonnenferne am 2. Juli. In 58 Jahren ändern sich beide Angaben um einen Tag, der hinzukommt, weil das Perihel nicht an ein und derselben Stelle des Himmels bleibt, sondern jährlich um c. 12″ nach Osten weiter rückt, und in etwa 110000 Jahren werden sie wieder auf denselben Datum fallen. Während dieses Zeitraums aber wird die Erde auch zur Zeit der Aequinoctien der Sonne am nächsten und am entferntesten von ihr stehen und wird sich das Verhältniß, nach welchem wir Bewohner der nördlichen Halbkugel der Erde zur Zeit unseres Sommers gerade am weitesten von der Sonne entfernt sind, umkehren, so daß wir mit unserem längsten Tag zugleich unsere größte Nähe zur Sonne feiern. Damit hängt nun ferner eine Aenderung in der Dauer der Jahreszeiten zusammen. Gegenwärtig beschreibt die Erde vom Anfang unseres Frühlings bis zu dem des Herbstes die größere Hälfte DAB ihrer elliptischen Bahn Fig. 27 um die Sonne und bewegt sich dabei in der

Sonnenferne langsamer als in der Sonnennähe, weßhalb der Frühling und Sommer der nördlichen Halbkugel um c. 8 Tage länger währt, als genannte Jahreszeiten der südlichen Hälfte. Diesen Vortheil müssen wir im Verlauf obiger Periode der südlichen Halbkugel einräumen und uns damit begnügen, unseren Sommer wegen der größeren Nähe der Sonne vielleicht etwas wärmer als jetzt zu erhalten.

Von der Sonne aus wird unsere Erde mehr denn 12000mal kleiner gesehen, als wie uns die Sonne erscheint, und selbst unseren nächsten Nachbar, der Venus, zeigt sie sich nicht größer, als sich uns die Venus, dagegen sie von dem entfernteren Jupiter aus schon nicht mehr mit unbewaffnetem Auge gesehen wird. Nur den Mondbewohnern imponirt sie durch ihre Größe, denn diese sehen sie c. 14mal größer als wir den Mond, wodurch es ihnen aus der Vergleichung der dunkleren und helleren Stellen nicht nur leicht wird, das Verhältniß vom Wasser zum Festland auf unserer Erde, das wir gewöhnlich 18 : 7 setzen, so daß das Wasser fast dreimal so viel von der Oberfläche unserer Erde einnimmt als das Festland, genau zu bestimmen, sondern auch die Abplattung der in 23 Stunden 56^m 4^s sich um ihre Achse drehenden Erde zu berechnen. Nach unseren neuesten Berechnungen beträgt diese in runder Zahl = $1/_{300}$, d. h. wenn man den Aequatorsdurchmesser in 300 gleiche Theile theilt, so ist die Drehungsachse nur deren 299 lang, was in der That einen Unterschied von c. 6 Meilen ausmacht, um welche letztere kürzer ist als ein Durchmesser des Aequators.

Was die wirklichen Größenverhältnisse unserer Erde betrifft, so mißt ihr Durchmesser, wie wir wissen, 1719 geogr. Meilen, ihr Umfang 5400 solche Meilen, beträgt ihre Oberfläche mehr denn 9 Millionen Quadrat- und ihr körperlicher Inhalt gegen 2660 Millionen Cubik-Meilen. Von der Sonne wird sie an Größe oder Volumen c. 1415000 mal übertroffen oder aus dem Sonnenkörper könnte man c. 1415000 solche Kugeln von der Größe unserer Erdkugel bilden, an Masse jedoch nur c. 346000 mal oder 346000

Erdkugeln in der einem Waagschaale würden der Sonne in der anderem das Gleichgewicht halten. Sie verdankt dieß ihrem bedeutenden specifischen Gewichte oder ihrer Dichtigkeit, die nach den neuesten Untersuchungen $5^1/_2$ mal größer, als die des Wassers, und c. viermal größer als die der Sonne ist. Es fragt sich nur, wie man denn zu dieser Bestimmung des specifischen Gewichtes der Erde gelangte und so im Stande ist, selbst ihr absolutes Gewicht zu 13 Quadrillionen Pfund anzugeben?

Schon früher hatte ich Gelegenheit zu bemerken, wie man aus den sogenannten Störungen (Perturbationen), in Folge derer die Gestalt, Größe und Lage der einzelnen Planetenbahnen kleinen Veränderungen unterliegen, das Verhältniß der Masse unserer Erde zu der Masse der anderen Planeten und selbst der Sonne berechnen und ihre relative Dichtigkeit zur Erde bestimmen kann, und es bleibt nur noch übrig, die Dichtigkeit der Erde selbst Bezugs der des Wassers, das allgemein zum Maaßstaabe genommen wird, aufzufinden. Dieß geschah unter Anderem auf folgende Art. Man ersah sich einen so viel als möglich isolirten, aus gleichförmiger Masse bestehenden, großen Berg, dessen Gestalt, Größe und Dichtigkeit leicht zu ermitteln war, begab sich auf seinen Gipfel und ließ daselbst ein Pendel genau schwingen. Dieses machte nun bei einer Länge, wie sie für die geographische Breite des Berges berechnet war, in einer Stunde zu viel Schwingungen und man mußte das Pendel verlängern, um einen richtigen Gang der Uhr zu erzielen. Offenbar war dieß eine Folge vom Zusammenwirken der Erde und des Berges und man erhielt so das Verhältniß der Anziehung, welche der Berg und der übrige Erdball ausübt, und da man die Entfernung des Pendels vom Schwerpunkte des Bergs sowohl als der Erde kennt, so war damit zugleich das Verhältniß ihrer Massen gegeben. Aus der Vergleichung dieser mit ihrem beiderseitigen körperlichen Inhalt (Volumen), ergab sich die Dichtigkeit der Erde, welche, wie bemerkt, $5^1/_2$ mal größer als die des Wassers ist. Damit ist zugleich der Gedanke an große Höh-

len und Wassermassen im Innern der Erde beseitigt. Denn da die mittlere Dichtigkeit der Erdrinde, abgesehen vom Wasser, das sie bedeckt, weit unter 3 bleibt, weil die am meisten verbreiteten Massen, wie Granit, Kalk, Sand, Kiesel, Thon diese Verhältnißzahl ihres spezifischen Gewichtes nicht erreichen und nur die Metalle die Verhältnißzahl 5 überschreiten, so muß nothwendig eine Zunahme der Dichtigkeit gegen das Erdinnere und den Mittelpunkt hin Statt finden und zwar eine sehr beträchtliche, was auch schon in dem ungeheueren Drucke Erklärung findet, der auf die unteren Schichten von den oberen ausgeübt wird, und die daselbst befindlichen Körper sind daher entweder sehr verdichtet, oder gehören schon zu den an sich dichteren Körpern, den Metallen. Bestände unsere Erde aus ein und demselben Stoffe, so wäre sie so dicht etwa wie Hammerschlag oder Magneteisenstein.

Eine zweite, mehr sichere Art das specifische Gewicht unseres Erdballs zu bestimmen, gab Cavendish durch seine sogenannte Drehwaage an. Diese besteht aus einem langen Staabe von sehr dünnem Holze, an dessen beiden Enden zwei Bleikugeln A und B von gleicher Größe und Masse angebracht sind und der in seinem Mittelpunkte C horizontal an einem Drahte aufgehängt ist. Beim Gebrauch dieser Vorrichtung wird es offenbar eine Lage geben, in welcher die Drehwaage sich in Ruhe befindet, und um welche sie, wenn sie in eine andere durch irgend welche fremde Kraft gebracht wird, hin und her schwingt. Bringt man nun zwei möglichst große, gleichartige Massen, etwa Bleikugeln, symmetrisch gegen A und B an, so wird die Anziehung dieser Massen Schwingungen hervorbringen und aus der Vergleichung ihrer Größe und Zeitdauer mit der Größe und Zeitdauer ähnlicher Schwingungen, welche die Erde bei einem senkrechten Pendel hervorbringt, ist man im Stande, das Verhältniß dieser Anziehungen und folglich, da alle übrigen Größen bekannt sind, die Dichtigkeit der Erde zu berechnen.

Wir kommen nun zur näheren mathematischen Eintheilung

unserer Erdoberfläche durch gewisse Linien zur geographischen Ortsbestimmung und der damit zusammenhängenden weiteren Eintheilungen nach Zonen, Sphären u. s. w.

In ersterer Beziehung bemerkten wir schon früher, daß bereits mehrere Jahrhunderte vor Christo die Lehre von der Sphäre, die man Anfangs nur für den Himmel angewendet hatte, auch auf die kugelförmige Erde übergetragen, und so deren Oberfläche durch verschiedene imaginäre Kreise in eine Art von Eintheilung gebracht wurde. Diese Idee wurde im Laufe der Zeit weiter verfolgt, so daß wir nun im Stande sind, die Lage irgend eines Orts auf unserer Erde mit voller Bestimmtheit angeben zu können, wie aus dem Folgenden ersichtlich seyn wird.

Die Erdkugel ist mit der Himmelskugel genau concentrisch, und beide drehen sich, nur in entgegengesetzter Richtung, um dieselbe Achse. Daher liegen genau senkrecht unter den Polen des Himmels die Pole der Erde, genau senkrecht unter den Sternen des Himmelsäquators zieht sich der Erdäquator hin und gestattet auf diese Weise seine Lagebestimmung. Mit letzterem denken wir uns nach den beiden Polen hin concentrische, auf der Erdachse perpendiculär stehende Kreise beschrieben, die mit den Tagskreisen der Sterne parallel laufen, und in Bezug auf unsere Erde Parallelkreise, auch Breitenkreise genannt werden, in so ferne nämlich die Entfernung eines in einem solchen Kreise befindlichen Orts vom Aequator dessen geographische Breite heißt. Zu ihnen gehören die bereits früher erwähnten irdischen Wendekreise des Krebses und Steinbocks, die um 23½° vom Aequator nördlich und südlich abliegen, so wie die beiden um eine gleiche Anzahl Grade von beiden Polen abstehenden irdischen Polarkreise, deren geographische Breite mithin 66½° beträgt. Alle Orte in dem nämlichen Parallelkreise haben gleiche Breite, und man findet dieselbe für einen beliebigen Ort, wenn man den Abstand eines im Zenith des fraglichen Orts befindlichen Sterns

bei seiner Culmination vom Aequator oder überhaupt den Zenithabstand eines Orts vom Aequator mißt.

Dieser Bogen ist, wie leicht einzusehen, gerade so groß als der Abstand des Pols vom Horizont, oder die geogr. Breite eines Orts ist genau der Polhöhe desselben gleich, so daß es demnach keine Schwierigkeit hat, eines jeden beliebigen Orts geogr. Breite darnach zu bestimmen. Denn gesetzt (Fig. 29) PS sey die Erdachse, AQ der Erdäquator und N ein Ort der Erde, in dessen Meridiane ZE, und zwar in seinem Zenith, also in dem verlängerten Erdhalbmesser CN, der Stern Z culminirt, so bezeichnet der Bogen AN, oder der ihm gleiche ZE die geogr. Breite des Orts N. Der wahre Horizont des Ortes N geht als größter Kreis der Erde durch ihren Mittelpunkt und steht auf der vom Zenith aus nach letzterem gezogenen Geraden senkrecht, so daß der Bogen PT die Polhöhe des Orts angibt. Da nun Arc. AN + NP = 90°, aber auch NP + PT = 90°, so ist auch AN + NP = NP + PT, woraus AN = PT, oder die geogr. Breite des Orts N ist seiner Polhöhe gleich. Würde nun der Pol durch einen gewissen Stern genau bezeichnet, so wäre durch unmittelbare Messung der Höhe dieses über dem Horizont die geographische Breite des fraglichen Orts gefunden. Da dem aber nicht so ist, der äußerste Schwanzstern des kleinen Bären jedoch in jetziger Zeit dem wirklichen Pole ziemlich nahe steht und nur einen ganz kleinen Kreis, dessen Halbmesser etwa 3 Mondsdurchmesser groß ist, bei seiner täglichen Bewegung um ihn beschreibt, so mißt man dessen niedrigsten und höchsten Stand am Himmel, welches bei seinem unteren und oberen Durchgang durch den Meridian des Orts der Fall ist, und findet alsdann die Polhöhe, wenn man die halbe Differenz dieser größten und kleinsten Höhe entweder zur kleinsten Höhe addirt, oder von der größten abzieht.

Allein mit der Angabe der geogr. Breite eines Orts auf unserer Erde ist dessen Lage keineswegs schon genau bestimmt, so wenig, wie die eines Sterns, dessen bloße Declination ohne Rect-

ascension wir kennen, und wir wissen durch sie nur so viel, daß der Stern sich in einem um die angegebene Breite vom Aequator nördlich oder südlich entfernt liegenden, parallelen Kreise befindet. Es bleibt demnach noch zu bestimmen übrig, in welchem Punkte der Peripherie dieses Kreises, oder in welchem durch diese Punkte gezogenen irdischen Meridiane der Ort, dessen Breite wir bereits kennen, seine Stelle habe, oder wie weit er von einem gewissen Meridiane, den wir als den ersten setzen, entfernt sey, d. h. welche geographische Länge ihm zukomme.

Es ist an sich gleichgiltig, welchen dieser Meridiane wir als ersten setzen, da keiner von der Natur gleichsam ein Vorrecht dazu erhalten hat. Die ältesten Geographen zogen ihn durch die äussersten Grenzen der ihnen bekannten Länder, bei Gibraltar durch die Säulen des Herkules, Ptolemäus ließ ihn durch die glücklichen oder canarischen Inseln gehen, den äussersten Punkten der damals bekannten Welt; nach der Entdeckung von Amerika zogen ihn Einige durch eine der Azorischen Inseln, Andere durch die des grünen Vorgebirgs, wodurch stets Reductionen nöthig wurden, denen im Jahre 1645 Ludwig XIV. durch die Verordnung: den ersten Meridian durch die Canarische Insel Ferro zu ziehen und so die sogenannte alte Welt von dem zweiten großen Festlande der Erde, der neuen Welt, zu scheiden und die Erde in eine östliche und westliche Halbkugel zu theilen, ein Ende zu machen gedachte. Die Deutschen folgten bald dem Beispiele der Franzosen, und so kam es immer mehr in Aufnahme, den durch Ferro gezogenen Meridian als den ersten zu setzen, und die Landcharten darnach zu verfertigen. Denn hauptsächlich zum Behuf dieses letzteren Zweckes mußte man eine Uebereinkunft und eine Uebereinstimmung wünschen; mögen die Astronomen selbst immerhin den Meridian, der durch ihre Sternwarte geht, als den ersten annehmen, wie die französischen den von Paris, die englischen den von London oder Greenwich, die deutschen den von Berlin, Göttingen, München, Wien ꝛc.; die genaue Kenntniß, um welche Größe ihr Meridian von dem durch Ferro

gezogenen entfernt ist, läßt leicht ihre Tabellen auf diesen Normalmeridian reduciren.

Von dem Meridian von Ferro aus, den man zur besseren Fixirung genau 20° westlich vom Meridian der Pariser Sternwarte sich gezogen denkt, zählt man nun die geographische Länge nach Osten hin, so daß z. B. die geographische Länge von Paris 20° beträgt, und zählt diese Länge in derselben Richtung bis 360° fort. Andere dagegen zählten von Ferro aus 180° östliche und 180° westliche Länge, welche Art der Zählung jedoch neuerer Zeit wenig mehr im Gebrauch ist. Uebrigens schreibt sich die Bezeichnung der mit dem Erdäquator parallelen Kreise als Breitenkreise und der auf diesen Aequator vom Pole aus senkrecht gezogenen als Längenkreise, wie schon bemerkt, von der Ansicht der Alten (Democrit, Herodot) her, daß der Durchmesser der Erdscheibe von Morgen nach Abend größer als von Mittag nach Mitternacht sey, weil das ihnen in der Richtung von West gen Ost bekannte Land eine größere Ausdehnung hatte, als in der von Nord nach Süd.

Um nun die geographische Länge eines Orts oder die östliche Entfernung seines Meridians von dem, der durch Ferro geht, bestimmen zu können, hat man sich einer früher gemachten Bemerkung zu erinnern, daß nämlich in jedem Augenblicke die 24 Stunden des Tages zugleich auf der Erde Statt finden; hat der eine Ort 8 Uhr Vormittags, so hat ein anderer 11 Uhr, wieder ein anderer 3 Uhr Nachmittags u. s. w. Es hat dieß, wie wir wissen, in der Bewegung der kugelförmigen Erde um ihre Achse und in der Einrichtung seinen Grund, die Uhr auf 12 Uhr zu stellen, wenn die Sonne im Meridiane des Orts sich befindet. Da nun innerhalb 24 Stunden die Sonne scheinbar die 360 Erdmeridiane durchläuft und die in jedem einzelnen derselben gelegenen Orte der Erdoberfläche 12 Uhr zählen, wenn die Sonne im entsprechenden Himmelsmeridiane steht, die Bewegung der Sonne übrigens von Ost gen West erfolgt, so ergibt sich hieraus, daß jeder von seinem

benachbarten östlich gelegene Meridian die Sonne um 4 Minuten früher als dieser im Meridiane hat, und seine Uhren 12 Uhr zeigen, während die des westlichen Nachbars erst 11 Uhr 56 Minuten angeben.

Für Orte, die um 15 solche Erdmeridiane oder um 15° der Länge von einander entfernt sich befinden, beträgt dieser Unterschied des Durchgangs der Sonne durch ihre Meridiane, oder was einerlei ist, der Unterschied des Gangs ihrer Uhren, eine volle Stunde, um welche bei dem östlicher gelegenen Ort die Uhr voraus ist, bei dem westlicher gelegenen zurück; haben wir in Nürnberg z. B. Abends 7 Uhr, so ist es in Bukarest, das c. 15° der Länge östlich von uns abliegt, bereits 8 Uhr, in Madrid dagegen, das c. 15° westlich von uns sich befindet, erst 6 Uhr. Kennt man also den Längenunterschied zweier Orte, so berechnet sich leicht der Unterschied ihrer Zeiten, oder der Längenunterschied zweier Orte läßt sich vollkommen genau auch in Zeit angeben. Umgekehrt findet man aber auch die geographische Länge zweier Orte, wenn man genau die Zeit weiß, um welche die richtig gehende Uhr des einen Orts von der des anderen abweicht. Zeigte z. B. die Uhr des Ortes A genau Morgens 7 Uhr in dem Augenblicke, wo es in B Nachmittags 1 Uhr ist, so beträgt der Längenunterschied beider Orte 6. 15 = 90°, um welche A von B westlich entfernt ist.

Letzteren Mittels könnte man sich nun bedienen, die geographische Länge der verschiedenen Orte auf der Erde zu bestimmen, wäre Jemand im Stande, eine unwandelbar richtig gehende Uhr zu verfertigen. Wir würden diese Uhr nur nach der Uhr eines Ortes, dessen geographische Länge gegeben, gehen lassen und in jedem Orte, dessen Länge wir suchen, zusehen, um wie viel die richtig gehende Uhr dieses von unserer Uhr abweicht; der Zeitunterschied würde den Längenunterschied beider Orte geben. Der Schiffer ließe die Uhr, welche er von dem Orte seiner Abfahrt mitgenommen, ihren gewöhnlichen Gang fortgehen, so daß er in jedem Augenblick wüßte,

wie viel Uhr es bei ihm zu Hause ist; fände er nun, wie viel Uhr er auf seinem Schiffe habe oder welche Zeit die Uhren aller Orte angeben müßten, die in demselben Erdmeridiane mit ihm liegen, was durch Beobachtung der Sonne um eine einfache Berechnung geschehen kann, so würde sich aus der Vergleichung beider Zeiten der Längenunterschied seines dermaligen Standpunktes von seinem Abfahrtsorte genau angeben lassen. Daraus würde sich seine wirkliche Länge und durch die Messung der Höhe des Pols über seinem Horizont seine geographische Breite, und aus beiden der Punkt der Erdoberfläche ergeben, auf welchem er sich gerade befindet. Die mitgenommenen Charten würden ihn mit den übrigen Verhältnissen seiner Lage vollends bekannt machen.

Allein obgleich man es in Verfertigung richtig gehender Uhren sehr weit gebracht, und der berühmte englische Künstler Harrison 1758 eine dergleichen, einen sogenannten Time-keeper, oder Chronometer, verfertigt hat, welcher auf einer Fahrt nach Jamaika in 161 Tagen nur um 65 Sekunden falsch ging, so sah man doch bald ein, daß man es dennoch bloß mit gar vielen Zufällen unterworfenen Maschinen, welche unmöglich gegen alle nachtheiligen Einflüsse einer langen Schifffahrt gesichert werden könnten, zu thun habe, denen man keineswegs das Leben so vieler Menschen anvertrauen dürfe. Man hielt die Gefahr, die Länge allein durch Seeuhren zu bestimmen, für zu groß, und deßhalb setzten fast alle Schifffahrt treibenden Nationen große Preise für die Erfindung eines Mittels aus, durch welches man vollkommen im Stande wäre, genau und zu jeder Zeit und unter allen Verhältnissen die Länge des Orts, an dem man sich gerade befindet, angeben zu können. Denn vornehmlich dem Schiffer auf dem Meere, wo kein Wegweiser ihn zurecht führt, kein Meilenstein ihm zeigt, wie weit er gefahren, kein Dorf da ist, wo er sich erkundigen kann, wohin er zu steuern habe, thut es dringend noth, immer den Ort zu wissen, den er mit seinem Fahrzeuge einnimmt, um darnach seine Fahrt einrichten, gefährliche Stellen vermeiden

und so glücklich seinen Bestimmungsort erreichen zu können. Schon Philipp III. von Spanien setzte auf die Lösung des Problems der Meereslänge, wie man dieses Mittel nannte, eine namhafte Summe; die Holländer suchten Anfangs Galiläi zur Lösung durch das Anerbieten einer kostbaren, goldenen Ehrenkette zu reizen, bestimmten aber später selbst 50000 Thaler dafür; das englische Parlament endlich bot 1714 einen Preis von 20000 Pf. Sterling für genanntes Mittel aus und zwei Jahre später der Herzog Philipp von Orleans, Regent von Frankreich, 100000 Franken. Aber trotz der Bemühungen der ausgezeichnetsten Astronomen und Mathematiker ist bis auf den heutigen Tag noch kein solches Mittel aufgefunden worden, das auf obige Preissummen Anspruch machen konnte, und nur einzelne Theile der von England ausgesetzten Summe wurden einigen Preisconcurrenten zuerkannt, die der Lösung mehr oder weniger nahe kamen.

Vorerst erhielt Harrison für die oben erwähnte Uhr 1758 nicht weniger als 5000 Pf. Sterling Belohnung und bald darauf 1765 für eine zweite, welche die zur Prüfung aufgestellte Commission für noch viel besser, als die erstere erklärte, selbst 10000 Pf. Sterling. Dann kamen mehrere Deutsche an die Reihe, welche ein anderes, bei weitem sicheres Mittel, die Länge eines Orts, besonders auf dem Meere, zu finden an die Hand gaben. Dieses gewährt die Beobachtung der Verfinsterungen des Mondes und der Jupiterstrabanten, deren monatlich im Durchschnitt sich nicht weniger als 33, und zwar 17 beim ersten, 9 beim zweiten, 5 beim dritten und 2 beim vierten oder äußersten, ereignen, und so dem Schiffer fast täglich Gelegenheit zur Beobachtung geben, so wie die Beobachtung von Bedeckungen gewisser Sterne durch den Mond und der Abstände beider von einander. Hiezu eignen sich freilich nur die Sterne der sechs ersten Größen, und unter ihnen besonders Aldebaran, Spica, Regulus, Antares, da die höherer Größen den Glanz des Mondes nicht ertragen, aber demohngeachtet treten für einen gewissen Ort jährlich c. 120 solcher Bedeckungen ein.

Was nun erstgenannte himmlische Erscheinungen, die Mondsfinsternisse und das Verschwinden und Hervortreten der Monde des Jupiters an seiner Scheibe betrifft, so treten sie, da sie wirkliche Erscheinungen, nicht bloß etwas Scheinbares sind, eine durch das Dazwischentreten eines festen Körpers verursachte Beraubung des Lichts, zwar für alle Orte der Erde, an denen sie überhaupt gesehen werden können, was für die ganze eine Hälfte der Erdkugel gilt, in dem nämlichen Augenblicke ein, so wie ein von seiner undurchsichtigen Umhüllung befreites Licht überall, wo es sichtbar, zur gleicher Zeit gesehen wird und ein ausgelöschtes Docht plötzliche Dunkelheit verursacht; müssen aber wegen des verschiedenen Gangs der Uhren, nach denen jeder Ort der Erde rechnet, an verschiedenen Orten zu anderen Stunden des Tags beobachtet werden. Würde z. B. in Ferro eine Mondsfinsterniß Abends 9 Uhr eintreten, so muß dieß in Paris, das um 20° östlich von Ferro liegt und dessen Uhren also um 1 Stunde 20 Minuten vorausgehen, erst um 10 Uhr 20 Minuten der Fall seyn, in Washington in Amerika dagegen, das c. 60° westliche Länge von Ferro hat, muß die Finsterniß schon um 5 Uhr ihren Anfang nehmen.

Weiß nun der Schiffer, zu welcher Zeit eine solche Finsterniß in einem Orte von bekannter Länge Statt findet, oder in welchem Augenblicke daselbst ein bestimmter Mond des Jupiters an dessen Scheibe zuerst sichtbar wird oder verschwindet, und er vergleicht damit die Zeit seiner Beobachtung auf der nach dem Meridiane seines Orts richtig gestellten Uhr, welche ihm die Sonne leicht finden lehrt, so wird der gefundene Zeitunterschied, um welchen er nach seiner Uhr die Erscheinung später oder früher gesehen hat, die östliche oder westliche Länge, um welche er sich von dem bekannten Orte entfernt befindet, genau angeben und der Ort des Schiffes der Länge nach sich dadurch bestimmen lassen. Nun sind aber für mehrere Orte der Erde, wie für London, Paris, Berlin die Eintrittszeiten genannter himmlischer Erscheinungen selbst auf einige Jahre voraus berechnet und die Resultate in eigenen Tafeln, den

sogenannten astronomischen Ephemeriden oder Schifferkalendern (Nautical-Almanac, Connaissance de temps, Berliner Jahrbuch) zusammengestellt und der Schiffer ist dadurch der Verlegenheit um die Kenntniß der geographischen Länge seines jedesmaligen Standortes überhoben. Dieses wird er noch mehr durch die weitere Angabe der Zeiten in diesen Tafeln, wann für einen dieser Orte Fixsterne, namentlich erster Größe, wie Aldebaran, Spica, Regulus, Antares, die Plejaden, Hyaden, Präsepe & und Planeten vom Monde bedeckt werden und gewisse bekannte Fixsterne in einer bestimmten Entfernung vom Monde sich befinden. Es treten zwar letzt genannte Erscheinungen wegen der verhältnißmäßig großen Nähe des Mondes nicht für alle Orte der Erde, an denen sie sichtbar sind, gleichzeitig ein, sondern die Bedeckungen der Fixsterne vom Monde werden von den westlichen Ländern früher gesehen, als von den östlichen und Orte, die beim Auf- oder Untergang des Mondes den Stern ein- oder austreten sehen, bemerken dieß zuerst und zuletzt, allein sie werden jedoch leicht durch eine Reduction der Beobachtung auf den Mittelpunkt der Erde zu obigem Zweck vergleichbar gemacht. Der Schiffer mißt z. B. den Abstand des Mondes von einem Fixstern zu einer bestimmten Zeit. Hierauf berechnet er, wie groß diese Distanz wäre, falls die Messung vom Mittelpunkt der Erde aus geschehen könnte, und sucht nun in den Ephemeriden die Zeit, welche die Pariser oder Londoner Uhr für den Augenblick der gemessenen Distanz, vom Mittelpunkt der Erde aus gesehen, angibt.

Tobias Mayer, Professor in Göttingen, lieferte 1755 die besten Mondstafeln, mit Hilfe derer man den wahren Ort des Mondes für jede Londoner Zeit bis auf eine Minute genau zu bestimmen vermochte, und seinen Erben wurde dafür vom englischen Parlamente 3000 Pf. Sterling bewilligt, so wie eine gleiche Summe dem großen Mathematiker Euler, dessen Tafeln den Mayerischen zu Grunde lagen und sie eigentlich veranlaßt hatten; nach Mayer vervollkommnete Bürg genannte Tafeln und bekam den von Frankreich

für die besten Mondstafeln ausgesetzten Preis doppelt; die besten aber sind bisher von Burckhardt verfertigt worden, einem gebornen Leipziger (1773—1825). Mit Hilfe solcher Tafeln ist der Seefahrer im Stande, die Meereslänge so genau zu bestimmen, als er es nöthig hat, aber freilich muß der Mond für ihn sichtbar seyn und ein unbewölkter Himmel ihm die Beobachtung desselben gestatten; ist Letzteres, was leider gerade zur Zeit, wo der Schiffer seinen Ort zu wissen am nothwendigsten hat, gewöhnlich der Fall, ihm nicht vergönnt, und er kennt die Zeit seines Orts, so bleibt ihm nichts übrig, als sich der Seeuhren zur Bestimmung seiner Meereslänge zu bedienen. Allein auch diese helfen ihm nichts, wenn ein bedeckter Himmel ihm die Zeit seines Orts, so wie die Höhe des Pols über dem Horizont nicht finden läßt und er bleibt so Bezugs der Länge als Breite, bis heiteres Wetter eintritt, rathlos. Bisher kennt die Astronomie im Allgemeinen kein Mittel, welches vorzüglich die Anwendung der Sternbedeckungen für Längenbestimmung entbehrlich machte, geschweige denn sie an Genauigkeit überträfe. Der Schiffer, welcher sich auf den richtigen Gang seiner Chronometer gewöhnlich verläßt und nicht gerne viel astronomische Beobachtungen und Berechnungen macht, wird wenigstens von Zeit zu Zeit zu diesem Mittel seine Zuflucht nehmen, weil er sich dadurch am besten überzeugen kann, ob seine Uhren noch so gehen, wie die Uhren des Orts seiner Abfahrt, nach denen er sie gerichtet.

Zur Bestimmung der geogr. Länge eines Ortes auf dem Festlande, bedient man sich noch eines dritten Mittels, der sogenannten Pulversignale. In einem Orte von bekannter Länge wird nämlich durch Pulver ein schnelles Blickfeuer angezündet, welches von einem anderen Orte aus, dessen geogr. Länge man gesucht, verabredetermassen beobachtet wird. Wird nun an beiden Orten genau die Zeit des Verschwindens des Blickfeuers oder der Moment des Erlöschens einer Leuchtkugel, Rakete, aufgezeichnet, so gibt der Zeitunterschied zugleich den Längenunterschied beider

Orte an. Man bedient sich dieses Mittels vorzüglich zur ganz richtigen und genauen Längenbestimmung derjenigen Orte, bei welchen dieselbe in wissenschaftlicher Beziehung wichtig ist, was z. B. bei Sternwarten der Fall, und so wurden denn auch die Sternwarten von Greenwich, Paris, München und Wien auf diese Weise mit einander verbunden.

Was nun die Größe der verschiedenen Breiten- und Längengrade betrifft, so ist den Eigenschaften der Kugel, als welche wir hier den Erdball betrachten, zufolge leicht ersichtlich, daß zwar die Grade der Breite, welche wir vom Aequator aus nach den Nord- und Südpol zu zählen (daher nördliche und südliche Breite) stets von ein und derselben Größe verbleiben, daß dieß aber keineswegs bei den Graden der Länge Statt finde, diese vielmehr vom Aequator aus, wo sie ihre größte Ausdehnung haben, nach den Polen zu stets an Größe abnehmen und am Pole selbst von gar keiner mehr sind. Unter dem Aequator selbst läßt sich die Länge eines solchen Längengrads leicht bestimmen, da ihrer 360 sind, die den 5400 geogr. Meilen großen Erdumfang ausmachen. Seine Länge beträgt 15 geogr. Meilen, welche Ausdehnung auch jedem Grad der Breite zukommt; in welchem Maaße aber die Längengrade nach den Polen hin oder mit der geogr. Breite abnehmen, mag aus der im Anhange beigegebenen Tabelle ersehen werden.

Aus dieser Tabelle erhellet ferner, wie weit man aller Orten von West gen Ost zu gehen braucht, um die Sonne um eine Stunde früher aufgehen zu sehen, und durch eine kleine Division findet man, wie groß die durch die Achsendrehung der Erde bewirkte Geschwindigkeit irgend eines Orts von gegebener Breite in kleineren Zeiträumen ist. Hat man auf dem Aequator 15 geogr. Meilen sich ostwärts zu bewegen, um die Sonne eine Stunde früher aufgehen zu sehen, so erreicht man dieß bei uns in Nürnberg schon bei einer östlichen Bewegung von c. $9\frac{1}{2}$ geogr. Meilen; und während ein Punkt des Aequators sich in einer Minute $2-3\frac{3}{4}$, und in einer Sekunde $\frac{1}{16}$ Meile weiter bewegt, beträgt

die Geschwindigkeit eines Punktes von unserer geogr. Breite in denselben Zeittheilen nur 2²/5 und 1/25 Meile.

Ausser der genannten Eintheilung der Oberfläche unserer Erde durch Breiten- und Längenkreise finden noch einige andere Statt, wobei nur erstere Kreise in Betracht kommen, und die ihren Grund mehr in der Bewegung der Erde um die Sonne und in der Lage ihrer Achse haben.

Unter der Abtheilung der Erdoberfläche nach Zonen versteht man die Lagebestimmung großer Theile ihrer Oberfläche durch mit dem Aequator parallele Kreise. Schon die Alten, wie bereits erwähnt, machten diese Eintheilung und zählten 5 Zonen: die zwischen den beiden Wendekreisen liegende heiße oder tropische Zone, die beiden zwischen den Wende- und Polarkreisen befindlichen gemäßigten Zonen und die beiden kalten, welche die Oberfläche der Kugelabschnitte von jedem der Pole bis zum nächsten Polarkreis umfassen.

Die heiße Zone, durch deren Mitte der Aequator, auch Linie genannt, hindurchgeht, nimmt von der Oberfläche der Erde, die wir früher zu 9272176 Quadratmeilen berechneten, mehr als 3700000 Quadratmeilen ein, von denen jeder Punkt, mit Ausnahme der Wendekreise, wo es nur einmal Statt findet, zweimal des Jahrs von der Sonne vollkommen senkrecht, außerdem aber mindestens unter einem Winkel von $90° - 47° = 43°$ beschienen wird, was für die irdischen Wendekreise abwechselnd bei der Stellung der Erde ein E und E″ (Fig. 26) der Fall ist, wo auch auf den Aequator die Sonnenstrahlen nicht senkrecht, sondern unter einem Winkel von $66^1/_2°$ auffallen. Daraus ist nun auch leicht ersichtlich, daß nicht alle Theile der heißen Zone stets gleich stark der Einwirkung der Sonnenstrahlen ausgesetzt, und auch für die einzelnen in ihr liegenden Länder Temperaturunterschiede vorhanden sind, die freilich in weit geringerem Grade, als in den gemäßigten Zonen, eine Verschiedenheit der Jahreszeiten hervorrufen, so wie sich überhaupt alle auf die Gestalt und die Bewegung der Erde sich grün-

denden Erscheinungen bei gleichen Räumen in der Nähe des Aequators in weit geringerem Maaße als in höheren Breiten ändern, was man auf eine merkwürdige Weise selbst bei der Thier- und Pflanzenwelt bestätigt findet.

Nimmt man an, der Sommer fange für einen gegebenen Ort an, wenn der Zenithabstand der kulminirenden Sonne am kleinsten, der Winter, wenn er am größten ist, der Frühling bei dem mittleren Zenithabstand, wenn die Sonne sich dem Zenith nähert, der Herbst bei gleichem Zenithabstand, wenn die Sonne sich vom Zenith entfernt, so treten unter dem Aequator selbst die 4 Jahreszeiten jährlich zweimal ein: die beiden Sommer am 21. März und 23. September, die beiden Winter am 21. Juni und 23. December, die beiden Frühlinge am 19. Februar und 22. August und die beiden Herbste am 20. April und 23. October; für die übrigen Orte der heißen Zone finden 2 Sommer und 2 Frühlinge, aber nur ein Herbst und ein Winter Statt, und zwar beginnen ihre Jahreszeiten an verschiedenen Tagen, was von ihrer geographischen Breite abhängt. So steht z. B. den Bewohnern von Madras, das 13° 4′ vom Aequator nördlich entfernt ist, die Sonne am 24. April über dem Zenith, mit welchem Tage ihr erster Sommer beginnt. Auch die Dauer der Beleuchtung durch die Sonne oder die Länge der Tage ist nicht für die ganze heiße Zone ein und dieselbe; nur unter dem Aequator ist Tag und Nacht jahraus jahrein gleich lang, für die Wendekreise aber tritt bei den oben genannten Stellungen der Erde in E und E″ ein Unterschied von nahe 1½ Stunden ein, um welchen der Tag für den einen der Wendekreise länger, für den anderen kürzer als 12 Stunden ist. Die große Hitze der heißen Zone wird übrigens durch die langen Nächte, die sehr starken Regen, die beständigen Passatwinde und durch die hohen, mit ewigem Schnee bedeckten Gebirge sehr gemildert.

Die Oberfläche der beiden gemäßigten, der nördlichen und südlichen, von 23° 28′ bis 66° 32′ Breite sich erstreckenden Zonen beträgt 4800000 Quadratmeilen, also mehr als die Hälfte

der ganzen Erdoberfläche, und kein Ort derselben wird je von der Sonne vollkommen senkrecht, sondern bei ihrem höchsten Stande unter einem stets schieferen Winkel beschienen, je weiter der Parallelkreis, auf dem der Ort sich befindet, von einem der Wendekreise nach dem Nord- und Südpole zu entfernt ist, so daß bei der Stellung der Erde in E und E'' einmal der südliche und dann der nördliche Polarkreis von den Sonnenstrahlen nur noch berührt wird oder die Sonne im Horizont hat. Daher die Verschiedenheit des Clima in den gemäßigten Zonen als Folge dieses verschiedenen Auffallens der Sonnenstrahlen; daher die von den Wende- zu den Polarkreisen stets zunehmende Länge der Tage und die Verschiedenheit der 4 Jahreszeiten, welch' beide letzte Erscheinungen jedoch für beide Zonen im entgegengesetzten Verhältnisse Statt finden, wie wir früher schon gesehen haben. Nur bei der Stellung der Erde in E' und E''' haben beide gemäßigten Zonen gleich lange Tage, wie solches überhaupt für alle Orte der Erdoberfläche der Fall ist.

Was endlich die beiden kalten Zonen betrifft, so bemerkten wir schon früher, daß die südliche mehr abgeplattet ist, als die nördliche und deßhalb weniger als die Hälfe der 770000 Quadratmeilen, welche beiden zukommen, zählt. Die Sonnenstrahlen fallen hier noch unter schieferen Winkeln auf, als in den gemäßigten Zonen und sind deßhalb ohngeachtet der bedeutenden Länge der Tage, die am Pole selbst zu einem halben Jahre anwächst, dennoch wenig zur Entwicklung mäßiger Wärme und eines regeren organischen Lebens fähig. Daher an den Polen selbst ewiges Eis und ewiger Schnee und selbst in der Entfernung von mehreren Graden von denselben (am Nordpole drangen schon mehrere Seefahrer bis zu einigen 80°, am Südpole, der weniger festes Land als der Nordpol hat, Capitän Roß bis zu 78° 4' geogr. Breite vor) zur Zeit des Sommers, den die kalten Zonen, so wie überhaupt die einzelnen Jahreszeiten mit der angränzenden gemäßigten Zone zugleich haben, eine Kälte, die nur eingeborne Menschen und Thiere zu ertragen im Stande sind.

Während der Südpol vom 23. Sept. an bei der Stellung der Erde in E′ von der Sonne beständig beschienen wird, dieß bei der weiteren Bewegung der Erde nach E″ von immer mehr südpolarischen, dem Pole zunächst liegenden Parallelkreisen gilt, so daß am 23. Dec. selbst der Südpolarkreis die Sonne nicht untergehen sieht und diese beständige Gegenwart der Sonne am Südpole bis zum 21. März währt, entbehrt der Nordpol alles Sonnenlichtes und hat eben so lange Nacht, als der Südpol Tag hat. Diese währte demnach ein volles halbes Jahr, vom 22. Sept. bis zum 21. März, wenn sie nicht durch die Dämmerung nahe um 100 Tage abgekürzt würde. Steht nämlich die Sonne selbst noch 18° unter dem Horizont eines Orts, so wird dennoch für die Bewohner desselben ihre Ankunft durch jenen bekannten matten weißen Schimmer, den wir Dämmerung nennen, gemeldet. Da nun die Sonne nur vom 12. Nov. bis zum 29. Jan. unter dem Horizont des Nordpols niedriger als 18° zu stehen kommt, so kann auch nur dieser Zeitraum als die Länge der eigentlichen Nacht des Nordpols, welche demnach blos gegen 77 Tage beträgt, gerechnet werden. Und selbst diese Nacht wird in Etwas durch die langen Mondscheine, denn bekanntlich nimmt der Vollmond im December nahe dieselbe Stelle des Himmels ein, welche die Sonne zur Sommerszeit, durch Nordlichter und durch den Widerschein des Lichtes von den Eis- und Schneebergen dergestalt erhellt, daß man die meisten Arbeiten zu verrichten im Stande ist.

Vom 21. März bis zum 23. September treten für die nördlichen Polarländer dieselben Erscheinungen ein, die bei den südlichen vom 23. Sept. bis zum 21. März Statt hatten, so daß die beiden kalten Zonen entgegengesetzte Tags- und Jahreszeiten haben. Die Sonne kommt am 21. März über den Horizont herauf und beschreibt über demselben eine Spirallinie, bis sie am 21. Juni den höchsten Stand erreicht und den nördlichen Wendekreis beschreibt. Dann kehrt sie in einer Spirallinie zurück, bis

sie am 23. Sept. unter dem Horizont wieder auf ein halbes Jahr verschwindet, so daß unter den Polen selbst die An- oder Abwesenheit der Sonne über dem Horizont eine natürlichere Abtheilung des Jahres in zwei Hälften, einen Sommer und einen Winter, als der Zenithabstand der Sonne gibt.

Was nun schließlich die in den verschiedenen Zonen herrschende Temperatur betrifft, so glaubten die alten Griechen und Römer, daß in der heißen Zone vor Hitze Alles umkommen und in glühendem Zustande sich befinden, dagegen in den beiden kalten Alles vor Kälte starren und ewiger Tod herrschen müsse. Wenn sie nun gleich hierin irrten, so möchten wir doch, was die Wahl unseres Wohnortes betrifft, mit ihnen darüber einig seyn, daß die gemäßigten Zonen dem Menschen gewiß den schönsten Aufenthalt gewähren und deßhalb auch ihrer Ausdehnung nach durch die Güte des Schöpfers die meisten Wohnsitze bieten. Denkt man sich nämlich die Gesammtoberfläche unserer Erde in 23 gleiche Theile getheilt, so kommen deren auf die beiden gemäßigten Zonen 12, auf die heiße 9 und auf die beiden kalten nicht mehr als 2 dieser Theile.

Mit der Eintheilung der Erdoberfläche in Zonen ist zugleich eine weitere derselben hinsichtlich der verschiedenen Lage des Horizont gegen die Himmelskugel in Sphären, und zwar in die gerade, parallele und schiefe, nahe verbunden.

Den Bewohnern des Aequators gehen alle Himmelskörper senkrecht über dem Horizont in Ost auf und gehen eben so gegen ihn geneigt in West unter. Diese Ansicht des Himmels nennt man die senkrechte Sphäre. Und da man auf jedem Orte der Erde zu jeder Zeit die Hälfte des Himmels übersieht, so halbirt der Horizont, welcher hier ein Himmelsmeridian ist, alle Parallelkreise des Aequators, dessen Gestirne über den Scheitel des Beobachters hinweg kreisen, und jeder Himmelskörper verweilt 12 Stunden über und eben so lange unter dem Horizont. In dieser Zeit lernt man auch alle Gestirne der ganzen Himmelskugel kennen,

deren Pole im Horizont liegen, Tag und Nacht sind einander gleich und zweimal des Jahrs bewegt sich die Sonne senkrecht über den Scheiteln der Bewohner des Aequators, was am 21. März und 23. Sept. der Fall ist, ausserdem in senkrecht auf den Horizont stehenden Halbkreisen, die höchstens 23½° vom Zenith nach Nord (21. Juni) oder Süd (23. December) abstehen. Was für die Bewohner des Aequators gilt, das gilt auch mehr oder weniger für die nicht weit von ihm entfernt Wohnenden, also für einen großen Theil der Bewohner der heißen Zone. Bringt man einen Himmelsglobus so in den künstlich dazu gefertigten Horizont, daß die Weltachse auf letzterem aufliegt und dreht den Globus um dieselbe, so überzeugt man sich leicht von der Wahrheit der so eben angeführten Erscheinungen, die derjenige hat, welcher sich inmitten der Kugel befindet.

Für den Bewohner des Pols bewegen sich alle Himmelskörper in mit dem Horizont, der zugleich der Himmelsäquator ist, parallelen Kreisen, daher diese Ansicht des Himmels die parallele Sphäre heißt. Im Scheitel des Beobachters in dieser Sphäre liegt einer der Pole und er übersieht mit Einemmal und zu jeder Stunde seiner langen Winternacht alle Sterne der seinem Pole zugehörigen Halbkugel des Himmels, ohne aber je ein in der anderen Halbkugel befindliches Gestirn zu Gesichte zu bekommen. Was die Sonne betrifft, so kommt diese für den Nordpolbewohner am 21. März über den Horizont herauf und beschreibt über demselben eine Spirallinie, bis sie am 21. Juni den höchsten Stand erreicht und den nördlichen Wendekreis durchläuft. Dann kehrt sie in einer Spirallinie zurück, bis sie am 23. Sept. unter dem Horizont verschwindet, um ihn nach einem halben Jahre wieder zu erreichen. Die Sonne steht den Bewohnern dieses Pols stets im Süden, der einzigen Himmelsgegend, die sie haben. Die Lage des Himmelsglobus in dem dazu gehörigen Horizont auf die Weise, daß die Weltachse auf demselben senkrecht steht, versinnlicht bei der

Umdrehung des Globus das Gesagte, wenn man sich in die Mitte der Kugel den Beobachter versetzt denkt.

Alle Erdbewohner, welche, genau genommen, nicht auf dem Aequator oder einem der Pole wohnen, liegen in der schiefen Sphäre, weil gegen ihren Horizont der Himmelsäquator und alle Tagskreise schief geneigt sind und daher alle Himmelskörper, welche sich in derselben bewegen, schief auf- und unterzugehen scheinen. Die Aequatorshöhe eines Orts bestimmt die Schiefe der Sphäre und somit die Erscheinungen, die sich bald mehr, bald weniger den in der senkrechten oder parallelen Sphäre stattfindenden annähern. Der Horizont durchschneidet die Tagskreise wegen ihrer schiefen Lage gegen ihn in 2 Theile und wieder andere gar nicht, so daß viele Sterne beständig über unserem Horizont sich befinden (Circumpolarsterne), andere fast in vollkommenen Kreisen, die des Aequators in Halbkreisen und wieder andere bloß in kleinen Bögen am Himmel sich bewegen, wie wir bereits früher aus unseren in der schiefen Sphäre angestellten Beobachtungen kennen gelernt haben. Je größer die Aequatorshöhe eines Ortes ist, um so mehr Sterne der anderen Halbkugel des Himmels, deren Pol uns unsichtbar, kommen uns zu Gesichte, und um so geringer ist der Unterschied der Zeiten ihres Kreisens ober und unter dem Horizont; je kleiner aber die Aequatorshöhe, um so weniger Sterne der entgegengesetzten Halbkugel zeigen sich uns und um so ungleicher sind die Zeiten ihres Verweilens und Verschwindens am Horizont, oder in Bezug auf die Sonne, die Längen der Tage und der Nächte.

Bringt man den Himmelsglobus so in den dazu gehörigen Horizont, daß die Weltachse um eben so viele Grade über denselben erhöht ist, als die Polhöhe unseres Ortes beträgt, und denkt man sich in die Mitte des Globus versetzt, so erkennt man bei dessen Umdrehung leicht die für die schiefe Sphäre angeführten Erscheinungen.

Endlich findet noch eine Abtheilung der Erdoberfläche nach

Klimaten Statt, d. h. nach von zwei Parallelkreisen des Aequators eingeschlossenen Erdstrichen (Zonen), an deren Gränzen die Dauer des längsten Tags um eine halbe Stunde, oder um einen ganzen Monat verschieden ist. Pythagoras machte zuerst diese Eintheilung der Erdoberfläche nach Klimaten, nach der Länge der Tage und Nächte.

Unter dem Aequator sind bekanntlich die Tage alle von gleicher Dauer, 12 Stunden lang, nehmen aber bei den Stellungen der Erde in E und E'' (Fig. 26) von dem Aequator aus in jedem Parallelkreis dergestalt für die Bewohner der beiden Hemisphären abwechselnd zu und ab, daß in dem einen, um 66½° vom Aequator abliegenden Parallelkreis (dem Polarkreis) der Tag bis zu 24 Stunden angewachsen, am anderen Polarkreis dagegen gänzlich verschwunden ist. Diesen Zwischenraum vom Aequator bis zum Polarkreis, in welchem der Tag um 12 Stunden zunimmt, theilte man in 24 Klimate ein und versteht unter dem ersten jene zunächst des Aequators liegende Zone, an deren oberen, gegen den Pol zu liegenden Parallelkreis der längste Tag bereits eine Dauer von 12½ Stunden, unter dem zweiten, wo der längste Tag am vom Aequator entferntesten Parallelkreis eine Dauer von 13 Stunden u. s. w. erlangt hat.

Vom Polarkreise bis zum Pole selbst nehmen die längsten Tage fortwährend zu und zwar in dem Maaße, daß sie von 24 Stunden zu 6 Monaten anwachsen. Der Klimate zu einer halben Stunde würden daher zu viele, und sie selbst ganz unmerklich werden. Man wählte deßhalb Klimate von einem Monat, und zählt deren in jeder kalten Zone 6, so daß wir in jeder Halbkugel in Summe 30 haben und das 25te durch jenen Parallelkreis des Aequators begrenzt wird, in welchem der längste Tag einen Monat währt, das 26te, wo der längste Tag 2 Monate währt u. s. w.

In welchem dieser Klimate aber ein gewisser Ort liegt, und wie lange dessen längster Tag währt, läßt sich aus der Polhöhe

desselben nach der im Anhange beigefügten Tabelle, in welcher die Grenzen jedes Clima, dessen Ausdehnung und die Dauer des längsten Tages angegeben ist, leicht bestimmen.

Nürnberg z. B., dessen geographische Breite oder Polhöhe 49° 27′ 12″ ist, liegt, wie leicht ersichtlich, im 9ten Klima und sein längster Tag ist über 16 und weniger als 16½ Stunden lang. Ersieht man nun aus der Tabelle, daß die Breite des 9ten Klima, in welchem die Tage um eine halbe Stunde zunehmen, 2° 58′ beträgt und Nürnberg schon in der 25ten Minute dieses Klima liegt, so wird man durch folgende Proportion leicht noch die Anzahl Minuten finden, um welche die Dauer des längsten Tages daselbst größer ist als 16 Stunden:

$$2^{\circ}\ 58' : 25' = 30^{m} : x$$

$$178 : 25 = 30 : x$$

$$x = 4\,{}^{1}/_{3}{}^{m}.$$

Der längste Tag in Nürnberg währt demnach 16 Stunden 4 Minnten 20 Sekunden.

Ausser der bereits erwähnten Eintheilung der Erdoberfläche in Sphären und Klimaten steht mit der Abtheilung der Erde in Zonen noch eine weitere Eintheilung ihrer Bewohner hinsichtlich des Schattens, den sie werfen, wann sie von der Mittagssonne beschienen werden, in nahem Zusammenhange.

Man theilt sie aber ein in

1) Unschattige (Ascii).
2) Zweischattige (Amphiscii).
3) Einschattige (Heteroscii).
4) Umschattige (Periscii).

Die Unschattigen, welche Mittags gar keinen Schatten werfen, können nur in der heißen Zone wohnen, weil nur daselbst mit Ausnahme der Wendekreise, wo es nur einmal Statt findet, die Sonne zweimal des Jahrs jedem Orte Mittags senkrecht über dem Scheitel hinweggeht. Dasselbe ist aber auch für die Zweischattigen, welche von der Mittagssonne beschienen ihren

Schatten einmal nach Norden, das anderemal nach Süden werfen, der Fall, so daß streng genommen jeder Bewohner der heißen Zone nur zwei Tage des Jahrs unschattig, die übrigen Tage, wo ihm die Sonne Mittags entweder nördlich oder südlich vom Zenith absteht, zweischattig ist, er seinen Schatten bald nach Süden, bald nach Norden wirft.

Die Bewohner der beiden gemäßigten Zonen heißen einschattig, da sie die Mittagssonne das ganze Jahr hindurch nur nach einer Himmelsgegend hin, die der nördlichen Zone nach Süden, der südlichen nach Norden, sehen und deßhalb ihren Schatten nur nach einer Seite hin, die der nördlichen Zone nach Norden, die der südlichen nach Süden, werfen.

Umschattig oder ihren Schatten nach allen Seiten ringsherum werfend sind die Bewohner der beiden kalten Zonen. Sie werfen zur Zeit der Culmination der Sonne, in der Mitte ihres, ein volles halbes Jahr währenden Tages ihren Schatten rings um den Horizont herum, den die Sonne beständig umkreist.

Eine zweite Eintheilung der Bewohner der Erde macht man endlich noch hinsichtlich der Lage, in welcher sie sich auf der Erdkugel zu einander befinden, und unterscheidet in dieser Hinsicht

1) Nebenwohner (Perioeci), 2) Gegenwohner (Antoeci) und 3) Gegenfüßler (Antipodes).

Nebenwohner heißen diejenigen Erdbewohner, welche auf dem nämlichen Parallelkreis des Aequators, aber auf einem um 180° entfernten Längenkreis ihren Wohnsitz haben, oder deren Orte zwar gleiche geographische Breite, jedoch um 180° verschiedene Länge haben. Sie haben dieselben Jahreszeiten, dieselbe Dauer der Tage, aber entgegengesetzte Tagszeiten, so daß wenn die einen 3 Uhr Nachmittags, die andern 3 Uhr Morgens zählen.

Unter Gegenwohnern versteht man diejenigen, welche auf demselben Meridiane und auf gleichweit entfernten, aber in verschiedenen Hemisphären liegenden Parallelkreisen leben, oder deren Orte gleiche geographische Länge und gleiche, aber entgegengesetzte (nördliche, südliche) Breite haben. Ihre Tagszeiten sind

wegen der gleichen geogr. Länge die nämlichen, die Jahreszeiten aber entgegengesetzt.

Die Gegenfüßler liegen in zwei gleich weit von dem Aequator entfernten, aber in verschiedenen Halbkugeln befindlichen Parallelkreisen, und in um 180° von einander entfernten Längenkreisen, oder sie haben gleiche, aber entgegengesetzte geogr. Breite und um 180° verschiedene Länge. Ihr Name kommt davon her, daß sie ihre Füße einander zukehren, da sie in der That auf den Endpunkten eines und desselben Durchmessers der Erde wohnen. Sie haben entgegengesetzte Tags- und Jahreszeiten. Die auf dem Aequator lebenden Antipoden sind zugleich Nebenwohner, so wie die auf den Polen zugleich Gegenwohner.

So viel von unserer Erde in astronomischer und geographischer Beziehung. Was nun die erwähnten Erscheinungen betrifft, die sich dem aufmerksamen Beobachter des gestirnten Himmels oft darbieten und deßhalb zu einer näheren Betrachtung auffordern, so gehört deren Betrachtung freilich mehr in die Physik, kann aber aus den angeführten Gründen hier nicht ganz übergangen werden. Vor Allem ist die Refraction oder Strahlenbrechung des Lichts zu nennen, welche darinnen besteht, daß ein Lichtstrahl bei seinem Uebergang von einer dünnern in eine dichtere Materie (gewöhnlich Medium genannt), in letzterer nicht in der einmal angenommenen Richtung fortgeht, sondern eine andere, gegen die Fläche des dichteren Mediums, auf welche er auffällt, weniger geneigte annimmt. Bezeichnet nämlich die Linie mn (Fig. 30) die Grenze der oberhalb befindlichen Luft und des unterhalb befindlichen Wassers, so geht der Lichtstrahl sa im Wasser nicht in derselben Richtung nach ab fort, sondern erleidet hier eine Brechung und nimmt die gegen mn weniger geneigte, der senkrechten Linie ae, dem sogenannten Einfallslothe, mehr zugewendete Richtung ac an. Die umgekehrte Erscheinung tritt ein, wenn der Lichtstrahl von einem dichteren Medium in ein dünneres übergeht, wo er vom Einfallslothe abgewendet wird, und zwar findet in beiden Fällen

diese Brechung um so stärker Statt, je schiefer die Richtung ist, in welcher die Lichtstrahlen von einem Medium ins andere übergehen und je größer der Unterschied der Dichte beider Mittel ist. Senkrecht auffallende Strahlen erleiden keine Brechung, sondern gehen von einem Mittel durch das andere in derselben Richtung ungestört fort.

Wenden wir nun das Gesagte auf das Licht der Himmelskörper an, das sie uns aus den Regionen des feinsten Aethers in unsere verhältnißmäßig dichte Erdatmosphäre herabschicken, so muß dasselbe nothwendig in Folge seines Uebergangs von einem dünneren in ein dichteres Medium eine Brechung erleiden und zwar wegen der bekanntlich stets zunehmenden Dichtigkeit der Luft nach der Erdoberfläche zu eine oftmalige, und der Lichtstrahl bildet vom leuchtenden Punkte aus bis in das Auge des Beobachters eine krumme Linie. Unser Auge versetzt aber einen Gegenstand, den es sieht, nach der Richtung hin, in welcher es die letzten Lichtstrahlen von ihm erhielt, und so kommt es, daß wir keinen Stern (den in unserem Zenith befindlichen ausgenommen) an seinem wahren Orte wahrnehmen, sondern daß jeder uns viel höher gegen das Zenith zu erscheint, als er ohne Atmosphäre am Himmel zu sehen wäre. Die Stelle, wo wir den Stern am Himmel erblicken, heißt dessen scheinbarer Ort, der stets höher über dem Horizont sich befindet, als der wahre Ort des Sterns. Bei den am Horizont zunächst befindlichen Sternen, die uns ihr Licht unter den schiefsten Winkeln und durch den dichtesten Theil der Atmosphäre zuschicken, ist dieß am meisten der Fall und sie scheinen uns über einen halben Grad (33′), um den Durchmesser der Sonne oder des Mondes, am Himmel höher zu stehen, als es in der That der Fall ist. Für die vom Horizont entfernteren nimmt dieß höher Hinaufrücken jedoch ziemlich schnell ab, wie aus den von den Astronomen berechneten Refractionstafeln zu ersehen ist, so daß bei einer wahren Höhe des Sterns von 45° die Refraction kaum 1 Minute und bei 80° nur noch den sechsten Theil einer

solchen beträgt, welche Größen jedoch immerhin bei genauen astronomischen Beobachtungen keineswegs zu vernachlässigen sind. Im Meridiane erreichen die Sterne ihre größte Höhe über dem Horizont und ihr Ort wird durch die Strahlenberechnung am wenigsten verrückt, was unter Anderem ein Grund ist, daß alle Beobachtungen an Sternen von den Astronomen in diesem größten Kreise der Himmelskugel angestellt werden.

In Folge der Refraction sind die an der Grenze des östlichen Horizonts bereits sichtbaren Sterne in der That noch nicht aufgegangen und über den Horizont heraufgerückt, so wie die an der Grenze des westlichen Horizonts befindlichen, welche nicht über einen halben Grad von ihm entfernt stehen, bereits untergegangen sind. In der heißen Zone unter dem Aequator, wo die Tagbögen der Sterne auf dem Horizont senkrecht stehen, sind die Sterne am östlichen Horizont um 2^m 15^s früher zu sehen, als sie wirklich aufgegangen sind, und eben so lange sieht man sie noch länger über dem westlichen Horizont sich befinden, wenn sie bereits untergegangen. Diese Zeit des früheren Sichtbarwerdens und späteren Verschwindens der Sterne wird noch größer, wenn ihre Tagbögen den Horizont schief durchschneiden, wie es bei uns der Fall ist, weil dann offenbar eine längere Zeit erforderlich ist, bis der Stern von seinem um 33′ senkrechten Standpunkt unter dem Horizont über denselben herauf und bis zu seinem gleich tiefen senkrechten Stande unter denselben hinab sinkt.

Was hier von den Sternen im Allgemeinen angeführt wurde, gilt besonders auch von den beiden großen Gestirnen des Tages und der Nacht. Der Durchmesser sowohl der Sonnen- als der Mondsscheibe beträgt, wie wir von früher her wissen, etwas mehr als einen halben Grad, fast gerade so viel, als die Horizontalrefraction ausmacht, und daher geschieht es, daß sowohl beim Aufgehen, als beim Untergehen der Sonne und des Mondes beide Himmelskörper mit voller Scheibe über unserem Gesichtskreis stehen, während sie unterhalb desselben sich befinden, und daß

ihr oberer Rand bereits schon hervorbricht, oder noch sichtbar, während ihr Mittelpunkt mehr als 3/4 Grad unter dem Horizont ist. Deßhalb sehen wir bei uns Sonne und Mond um mehr denn 4 Minuten eher auf- und später untergehen und erhalten so um 8 Minuten längere Tage und Mond-Nächte; besonders wohlthätig aber ist die Refraction für die Polbewohner, bei denen sowohl wegen der sehr schiefen Lage der Tagbögen beider Gestirne gegen den Horizont, als der daselbst befindlichen sehr dunstigen Atmosphäre die Refraction selbst über 4 Grade beträgt und so die Sonne noch Tage und Wochen lang über dem Horizont zu sehen gestattet, wenn sie gleich in der That bereits tief unter ihm steht.

Auch auf die Gestalt beider Himmelskörper hat die Refraction bei deren Auf- und Untergang einigen Einfluß, indem sie bewirkt, daß dieselben sich nicht vollkommen rund, sondern an der unteren Seite ihres Randes abgeplattet zeigen. Je näher der leuchtende Körper am Himmel unserem Horizonte ist, um so mehr wirkt die Strahlenbrechung auf ihn und daher auf den unteren Sonnen- und Mondrand mehr, als auf den oberen, vom Horizont weiter entfernten, welch letzteren sie daher weniger als ersteren zu heben und ihm mehr seine ursprüngliche Gestalt beibehalten zu lassen scheint. Der horizontale Durchmesser wird, da die von seinen Endpunkten ausgehenden Lichtstrahlen gleich stark gebrochen werden, nicht geändert.

Hier möchte auch der Ort seyn, auf eine Erscheinung aufmerksam zu machen, die wohl jedem von uns sich schon unzählige mal dargeboten, daß uns nämlich **Sonne und Mond beim Auf- und Untergang viel größer erscheinen, als wenn wir sie in größerer Höhe über dem Horizonte, vornehmlich im Meridiane betrachten.** Schon die Alten erschöpften sich in Erklärungsversuchen dieses Phänomens; bald schrieben sie es den Dünsten zu, in denen die Strahlen von der geraden Linie abgelenkt würden; bald dem Umstande, daß beim Auf- und Untergehen genannter Gestirne wir ihre Größe

leichter mit der von zwischen ihnen und unserem Auge liegenden irdischen Gegenständen vergleichen können, als wenn sie hoch am Himmel stehen u. s. w. Ptolemäus traf auch hier das Richtige, wenn er gerade auch nicht näher sich darüber erklärte, indem er diese scheinbare Vergrößerung als eine Täuschung des Urtheils betrachtete. Die sichtbare Hemisphäre erscheint uns nämlich bei genauerer Betrachtung eingedrückt, indem wir den Halbmesser des Horizonts wenigstens dreimal größer schätzen, als den an unser Zenith gezogenen. Der Grund hievon liegt in der Erfahrung, daß uns ein Gegenstand um so entfernter erscheint, je mehr Körper zwischen ihm und uns vorhanden sind, da diese als Vergleichungspunkte zur Beurtheilung der Entfernung dienen. Bei der Himmelskugel hat der Halbmesser, welcher gerade in die Höhe geht, keine Vergleichungspunkte, wohl aber der, den wir auf dem Horizonte an sie ziehen; daher uns dieser auch viel größer als jener erscheint und in Folge deß das Himmelsgewölbe oben abgeplattet und unten viel weiter ausgedehnt. Sonne und Mond zeigen sich nun zwar unserem Auge von gleicher Größe, ob sie am Horizonte oder in der Mitte des südlichen Himmels sich befinden, und unsere Meßinstrumente weisen diese Gleichheit vollkommen nach; allein weil wir sie am Horizonte für entfernter halten und auch wirklich bei dem Akte des Sehens zweierlei in Betracht kommt, nämlich der Winkel, unter welchem wir den Gegenstand sehen und die Entfernung, in welcher wir ihn annehmen, so scheinen sie uns deßhalb auch größer zu seyn. Die Mücke, welche in der Entfernung weniger Fuße vor unserem Auge vorbeifliegt, erscheint uns im Auge unter einem größeren Winkel als der Adler, der in den fernen Wolken kreist, und doch fällt es uns keineswegs ein, die Mücke für größer als den Adler zu halten, sondern ein unwillkührliches Urtheil nöthigt uns, das Gegentheil anzunehmen. Wir beurtheilen die Größe eines Gegenstandes nicht bloß nach dem Sehwinkel, sondern dem Sehwinkel mit der scheinbaren Entfernung.

Noch ist einer Erscheinung als Wirkung der Refraction zu gedenken, die den wohlthätigen Uebergang von der Nacht zum Tag und von diesem zu jener bildet, ich meine, der Morgen- und Abenddämmerung. Wenn die Sonne so tief unter dem Horizonte steht, daß wir selbst mit Hilfe der Horizontalrefraction ihres Bildes nicht ansichtig werden können, so treffen ihre Strahlen doch unsere Atmosphäre, erleiden daselbst eine Brechung gegen die Erde zu und gelangen endlich nach wiederholten Brechungen und Reflectionen in unser Auge, wo sie uns, weil sie viel zu unordentlich und zerstreut von verschiedenen Seiten herkommen, zwar kein Bild der Sonne geben, aber doch jene Helle um uns verbreiten, welche mit obigen Namen bezeichnet ist. Die Morgendämmerung beginnt, wenn die Sonne noch 18 Grade senkrecht unter dem Horizonte sich befindet und die Abenddämmerung ist geendet, wenn dasselbe der Fall ist. Die Dauer dieser Dämmerungen ist sowohl an verschiedenen Orten der Erde, als auch an den einzelnen Tagen verschieden. In unseren Gegenden ist die kürzeste Dämmerung zwischen dem 11. October und 1. März; die längste vom 10. Juni bis 2. Juli, wo sie die ganze Nacht hindurch währt, indem die Sonne zu dieser Zeit nicht 18° unter dem Horizont zu stehen kommt. Man nennt diese Dämmerungen die astronomischen zum Unterschiede von der gemeinen oder bürgerlichen, welche diejenige Zeitdauer bezeichnet, die nach Sonnenuntergang verfließt bis man ohne künstliche Erleuchtung in frei liegenden Zimmern gewöhnliche Schrift nicht lesen kann, was gewöhnlich geschieht, wenn die Sonne etwa 6½° unter dem Horizonte steht.

Endlich ist auch das Funkeln oder Blinken (Scintilliren) der Fixsterne als eine Folge der Refraction ihrer Lichtstrahlen zu erklären. Diese Lichtstrahlen werden durch die plötzlich geänderte Brechung derselben in den feuchten Dünsten unserer Atmosphäre in eine zitternde Bewegung gebracht, wodurch uns die Sterne selbst zu zittern scheinen. Tief am Horizont, wo sich

die größte Anhäufung dieser feuchten Dünste vorfindet, funkeln die Sterne am stärksten, am wenigsten in der Nähe unseres Scheitelpunkts. In heißen, sandigen und trocknen Gegenden, wie in Arabien, Persien &c blinken die Sterne gar nicht, zumal bei anhaltender Dürre und dasselbe findet Statt, wenn man sie durch gute Fernrohre betrachtet, welche den größten Theil der falschen Lichtstrahlen absondern und die Sterne deutlicher darstellen. Früher war man der Meinung, daß, weil die Fixsterne selbst durch die besten optischen Instrumente beobachtet, doch stets nur als ganz kleine, hell leuchtende Punkte sich zeigen, die in der Luft befindlichen feinen Staubtheilchen schon bedeutend genug wären, dadurch, daß sie zwischen unser Auge und den Stern zu stehen kommen, das Licht desselben augenblicklich zu verdecken, und dadurch diese zitternde Bewegung des Sterns hervor zu bringen, und sah sich in dieser Ansicht dadurch bestärkt, daß je tiefer die Sterne am Horizont stehen, ein um so lebhafteres Funkeln und Blinkern derselben Statt findet. Allein die Beobachtung der Reisenden in jenen warmen sandigen Gegenden von einem Nichtfunkeln der Fixsterne zeigte die Unzulässigkeit der Ansicht. Die Planeten funkeln nicht, sondern glänzen in ruhigem Lichte. Sie haben gegen die Fixsterne schon einen zu großen scheinbaren Durchmesser, als daß eine schnell um ein Geringes geänderte Richtung ihrer Lichtstrahlen eine solche zitternde Bewegung des ganzen erscheinenden Lichtes veranlassen könnte, wie es bei den Sternen geschehen muß, deren Licht als nicht entlehntes zwar lebhafter, deren Durchmesser aber unmerkbar ist.

Die bisher angeführten Erscheinungen ließen sich alle durch die Refraction oder Brechung des Lichtes erklären. Alle übrigen sogenannten Licht- und Feuermeteore, wie z. B. die Nebensonnen und Nebenmonde, die Höfe um Sonne und Mond, das Zodiakallicht, das Nordlicht, die Sternschnuppen, fliegenden Drachen u. s. w. entbehren fast aller irgend wie plausibler Erklärungen. Nur von beiden letzten hat man neuerer Zeit eine Ansicht aufgestellt, die zu interessant ist, um sie der hochverehrten Versammlung nicht mitzutheilen.

Obgleich nämlich die Sternschnuppen zu jeder Zeit und an allen Punkten des Himmels sich zeigen, so macht man doch seit mehr denn 40 Jahren die Beobachtung, daß dieser Sternschnuppenfall besonders häufig in der Nacht des 10ten August und drum herum, und noch mehr in den Nächten vom 11. bis 13. November sich ereignet, wobei zugleich die Schnuppen aus derselben Gegend des Himmels, im August aus dem Raume zwischen den Sternbildern Pegasus und Andromeda, im November aus dem Sternbilde des Löwen, zu kommen und in paralleler Richtung von Nord nach Süd fort zu gehen scheinen. Man sieht zur Zeit der genannten Perioden in hellen Nächten Hunderte von Sternschnuppen, und nicht vielleicht nur bei uns in Europa, sondern auch in Afrika und Amerika. Ferner weiß man aus langer Erfahrung und die Kalender- und Wetterfabrikanten bestätigen es, daß die Tage vom 11. bis 13. Mai, selbst wenn die Witterung vorher längere Zeit gelind war, ungewöhnlich kalt und die gestrengen Herren: Mamertus, Pankratius, Servatius für Orangebesitzer wohl zu beachten sind, wenn sie nicht, wie Friedrich der Große durch das Nichtbeobachten der Regel: bevor diese Herren vorüber sind, die Orangerie nicht an die freie Luft bringen zu lassen, in einer einzigen Nacht ihre ganze Orangerie verlieren wollen. Diese kalten Tage fallen aber gerade ein halbes Jahr nach der Novemberperiode der Sternschnuppen — lassen sich, so fragen wir, beide Erscheinungen nicht mit der Bewegung unserer Erde in Zusammenhang bringen, und wie kann dieß geschehen? Professor Ermann in Berlin hat auf diese Fragen durch folgende kühne Hypothese geantwortet.

Die Sternschnuppen gehören dem Weltraume an, sind kosmischen Ursprungs, kleine Massen in dem verschiedensten Aggregatszustande; es sind vielleicht Rudera von der Schöpfung her, wie der große Humboldt meint, Weltspäne, die sich frei im Weltraume bewegen, nicht jedoch willkührlich, sondern nach Gesetzen, wie Alles in der Natur geschieht. Nun mögen zwar diese

kleinen Körper sich nach verschiedenen Richtungen im Weltall bewegen, aber es gibt 2 große Ströme von Sternschnuppen, welche um den Centralkörper unseres Systems, d. h. um die Sonne herumlaufen. Beide Ströme liegen nicht in der Ebene der Erdbahn, sondern schneiden dieselbe in zwei Punkten, Knoten genannt, die einmal außerhalb der Erdbahn, das andere mal zwischen der Sonne und unserer Erde befindlich sind. Im August und November geht der Strom außen durch die Erdbahn, die Erde steht zwischen den Sternschnuppen und der Sonne, und derjenige Theil ihrer Bewohner, welcher Nacht hat, sieht nun die kleinen Massen in der Nähe der Knoten durch die Anziehungskraft der Erde sich entzünden und hat so das Phänomen des Sternschnuppenfalls. Manche vereinigen sich mit der Erde, andere mögen in gestörten Bahnen ihren Lauf im Weltraume fortsetzen. Dabei muß die Breite der beiden Ströme, namentlich die des Novemberstroms, sehr beträchtlich seyn, da in einem Zeitraum von 3 Tagen, in welchen Nachts dieses häufige Fallen von Sternschnuppen beobachtet wird, die Erde einen Weg von etwa einer Million Meilen zurücklegt. Nach einem halben Jahre geht die Erde durch die beiden anderen Knoten sowohl des August- als des Novemberstroms, befindet sich aber jetzt auf der äußeren Seite der beiden Ströme, so daß diese zwischen der Sonne und der Erde durchgehen und ihnen die Erdseite zugekehrt ist, welche Tag hat. Die Sternschnuppen können deßhalb nicht gesehen werden, weil sie bei Tage vor der Sonne vorüber gehen und doch nicht bedeutend groß genug sind, das Sonnenlicht, wenn auch nur auf Augenblicke, uns zu entziehen; aber ihre Zahl ist doch so groß, die Breite besonders des Novemberstroms so bedeutend, daß sie der Erde einen Theil der Sonnenstrahlen entziehen, dadurch den erwärmenden Einfluß der Sonne auf die Erde schwächen, und so die kalten Tage verursachen, die wir gewöhnlich vom 11. bis 13. Mai haben. Daß wir dieselbe Bemerkung nicht auch ein halbes Jahr nach dem Auguststrom am 7. Februar und

drum herum machen, kommt wohl daher, weil zu dieser Zeit die Witterung überhaupt kalt ist und daher größere Kälte nicht als etwas Ungewöhnliches erscheint. Jedoch stellt sich auch bei der Vergleichung der meteorologischen Beobachtungen seit längerer Zeit das Resultat heraus, daß die vom Ende Januar im Allgemeinen regelmäßig bis zu den Hundstagen zunehmende Wärme in den Tagen um den 7. Februar herum in der That nicht in dem Grade zunimmt, wie vorher und nachher.

In den sogenannten fliegenden Drachen oder Feuerkugeln haben wir wohl nichts anderes zu erkennen, als solche Sternschnuppen, welche sich durch die Anziehungskraft der Erde mit letzterer vereinigen. Sie bewegen sich in einer gegen den Horizont mehr oder weniger geneigten Bahn mit sehr großer Geschwindigkeit abwärts und fallen gewöhnlich als eine steinartige Masse (Meteorsteine) glühend heiß, nicht selten mit großem Getöse zur Erde. In diesen Meteorsteinen, die weder Gebilde unserer Atmosphäre, noch Auswürfe sey es unserer Vulkane oder der des Mondes, seyn können, haben wir es mit den Ruderis von der Schöpfung her, mit den sogenannten Weltspänen zu thun, und ihre chemische Zerlegung zeigt, daß sie aus lauter einfachen Stoffen, wie Sauerstoff, Wasserstoff, Schwefel, Phosphor, Kiesel, Nickel, Eisen u. s. w. bestehen, die auch unseren Erdkörper bilden helfen. Gegen das starke Glühen dieser Körper in der oberen, sehr verdünnten Luft wird man nichts einwenden können, weil man aus Versuchen weiß, daß jeder Körper in jedem Mittel, (Medium) selbst im leeren Raume, glühend gemacht werden kann und im vorliegenden Falle die Glühhitze wohl durch das schnelle Fallen der dichten Massen und den dabei Statt findenden Luftwiderstand erregt wird.

Zwölfte Vorlesung.

Fortsetzung der Topographie des Planetensystems unserer Sonne.

Der Erdmond.

An die nähere Betrachtung und Beschreibnng unserer Erde, des zu unserem Sonnensysteme gehörigen dritten Planeten, die ich in der zuletzt verflossenen Stunde der hochverehrten Versammlung zu geben die Ehre hatte, schließt sich die unseres nächsten Nachbars und Untergebenen unserer Erde, des Mondes nämlich, unmittelbar an.

Von ihm wissen wir aus unseren früheren Beobachtungen nicht nur, daß er sich täglich, wenn gleich zu verschiedenen Zeiten und in verschiedener Gestalt, gleich der Sonne und den übrigen Gestirnen von Ost nach West am Himmel um die Erde bewegt, sondern daß er auch in entgegengesetzter Richtung innerhalb c. 27 Tagen in einem größten Kreis den Himmel durchwandert und zwar nahe in derselben Bahn, in welcher dieß binnen einem Jahre von der Sonne geschieht, in dem sogenannten Thierkreise (Zodiakus).

Allein so wie die tägliche Bewegung der Sonne um die Erde sich später bloß als scheinbar und aus der Drehung der Erde um ihre Achse hervorgehend erwies, so ist auch die tägliche Bewegung des Mondes nur scheinbar und in derselben Ursache begründet. Was aber die andere Mondsbewegung, die regelmäßige Durchwanderung des Himmels im Zodiakus, betrifft, welche zwar nicht gleichförmig, doch stets nach der Ordnung der Zeichen geschieht, so daß der Mond nie stille zu stehen oder rückwärts zu gehen scheint, so schloßen schon die Alten hauptsächlich aus ihren genauen Beobachtungen der Sonnen- und Mondsfinsternisse, daß die Erde

der Mittelpunkt der Bahn des Mondes sey, die von ihm in c. 27 Tagen durchlaufen wird.

Darin hatten sie denn auch vollkommen recht, und nach ihrer Ansicht von der Unbeweglichkeit der Erde als Centralpunkt des ganzen Weltalls hätte die Bestimmung dieser Bahn mit wenig Schwierigkeiten verbunden seyn sollen. Daß dieß aber dennoch nicht der Fall war und die Klagen der alten Astronomen: die Bewegung des uns am nächsten stehenden Planeten sey gar sehr verwickelt und unter allen am wenigsten bekannt, nicht selten vernommen werden, kommt, wie wir nun wissen, einmal daher, daß nicht die Erde der Mittelpunkt unseres Planetensystems ist, sondern die Sonne, dann, daß der Mond sich innerhalb 27 Tagen in einer Ellipse also um die Erde bewegt, daß er zugleich mit der Erde in ihrer Bahn fortrückt, und endlich, weil Sonne, Erde und Mond in zu naher gegenseitiger Beziehung stehen, daß nicht nach dem allgemeinen Gesetz der Schwere der kleinste dieser Himmelskörper viele störende Wirkungen von den beiden andern, vornehmlich der mächtigen Sonne, erfahren müsse.

Was nun die Bahn des Mondes in ersterer Beziehung oder die Bahn des Mondes im Sonnensysteme betrifft, so ist solche weder eine im Weltraum geschlossene Ellipse, noch ein Kreis, sondern eine krumme Linie ganz eigener Art, von der wir uns etwa auf folgende Art eine Vorstellung machen können. Es sey AH (Fig. 31) ein Stück der mit dem Halbmesser von 20 Millionen Meilen oder der Entfernung der Erde von der Sonne beschriebenen Erdbahn, und die Bögen AB, BC, CD u. s. w. bezeichnen die Stücke derselben, welche die Erde von einem gewissen Zeitpunkte an, etwa vom 1. Januar an, in je vier zu vier Tagen durchläuft. Der um die Punkte A, B & beschriebene kleine Kreis bezeichne die Bahn des Mondes um die Erde und der Mond selbst stehe in dieser am 1. Januar in a. Am 4. Januar, wo die Erde in B ihrer Bahn angekommen, befindet sich der Mond nicht mehr in derselben Stellung zu ihr, wie in A, sondern ist

zufolge seiner täglichen Bewegung von c. 13° 10′ um 52° 40′ in seiner Bahn weiter gerückt und nimmt im Punkte b seinen Standort ein. Nach weiteren 4 Tagen, am 8. Januar, ist er um 105° 20′ in seiner Bahn fortgerückt und befindet sich zur Erde C in der Lage c; und wenn man auf diese Weise fortfährt, dem Monde von 4 zu 4 Tagen bei dem jedesmaligen Standort der Erde seinen Ort in seiner Bahn anzuweisen, so erhält man die Punkte a, b, c, d &c, aus deren Verbindung sich die krumme, nach beiden Seiten der Ekliptik hin sanft gekrümmte Linie ab ergiebt, welche der Mond bei seinem elliptischen Umlauf um die Erde von der Sonne aus betrachtet zu beschreiben scheint. Es heißt diese Linie, die nach einem Umlauf der Erde um die Sonne im Ganzen wieder kreisförmig gestaltet ist, in der mathematischen Kunstsprache Epicykloide, und man erhält sie auch, wenn man ein kreisförmig ausgeschnittenes Papier am Rande wellenförmig auszackt. Eine Epicykloide mit Durchschlingungen würde der Mond beschreiben, wenn er sich schneller um die Erde bewegte, als die Erde um die Sonne, was jedoch keineswegs der Fall ist, da die Erde durchschnittlich in jeder Minute um 241 Meilen, der Mond aber nur etwa 8 Meilen fortrückt. Wir haben bereits früher angeführt, daß die Alten den unregelmäßigen Lauf der obern Planeten sich durch die Annahme der Bewegung dieser in solchen Epicykloiden oberen Planeten sich sinnreich zu erklären suchten.

In Bezug auf die Erde selber ist die Bahn des Mondes eine Ellipse, in deren einem Brennpunkte sich die Erde befindet, so daß auch hier, wie bei der Erdbahn, von einer größeren und kleineren Entfernung des Mondes von der Erde, von einem Apogaeum und Perigaeum, die Rede ist, und der Mond sich deßhalb bald langsamer, bald schneller bewegt und bald unter einem kleineren, bald größeren Durchmesser uns erscheint.

Die größte Entfernung des Monds von unserer Erde im Apogäum beträgt c. 54900 Meilen, seine kleinste im Perigäum c.

48700, und seine mittlere demnach 51800 geogr. Meilen, welche demnach der 30 maligen Größe des Erddurchmessers gleich zu setzen ist. Man findet diese Entfernungen, wie bereits die Alten schon versucht, durch die Bestimmung der astronomischen Parallaxe des Mondes, d. h. des Winkels, unter welchem der Mond von einem Punkte der Erdoberfläche und vom Mittelpunkt der Erde aus gleichzeitig gesehen wird. Dieser Winkel ist im Horizont, wenn der Mond im Momente seines Auf- oder Untergangs von einem Orte der Erdoberfläche und vom Erdmittelpunkte aus beobachtet wird, am größten und die Astronomen bedienen sich deßhalb ausschließlich desselben und finden die Horizontalparallaxe des Mondes 57′ 2″ groß, welche auf obige Entfernungen führt. Uebrigens heißt man den Ort des Mondes, so wie der Sonne, an dem man ihn von irgend einem Punkte der Erdoberfläche aus sieht, seinen scheinbaren, im Gegensatz zu seinem wahren oder geocentrischen, an dem er vom Mittelpunkt der Erde aus erscheint.

Beide Punkte der Mondsbahn, das Apogäum und Perigäum, beharren jedoch nicht an ein und derselben Stelle des Himmels, sondern bewegen sich jährlich um c. 41° von West nach Ost, nach der Ordnung der Zeichen vorwärts, so daß die große Achse der Mondsbahn erst nach 8 Jahren 310 Tagen wieder dieselbe Lage einnimmt und sich während dieser Zeit in einem vollen Kreis um den Himmel bewegt hat.

Mit dieser verschiedenen Entfernung des Mondes von der Erde hängt die ungleiche Bewegung in seiner Bahn nothwendig zusammen, eine Beobachtung, die wir schon den Alten verdanken. In der Erdnähe muß er kraft der stärkeren Einwirkung der Erde auf ihn sich schneller bewegen, als in der Erdferne, und dieses findet auch in dem Maaße statt, daß er im Perigäum im Mittel in einer Stunde um 36′ 48″ fortrückt, während dieses im Apogäum in derselben Zeit nur um 29′ 34″ geschieht. Aber auch die Sonne macht rücksichtlich der täglichen Bewegung des Mon-

des in seiner Bahn ihren Einfluß geltend und bewirkt, daß der Lauf des Mondes langsamer wird, wenn derselbe mit Erde und Sonne in gerader Linie steht, also zur Zeit des Neu- und Vollmondes; schneller hingegen, wenn er mit ihnen einen rechten Winkel macht, zur Zeit des ersten und letzten Viertels. Zur Zeit des Neumondes wird nämlich der Mond stärker als die Erde angezogen und daher von der Erde weiter entfernt, zur Zeit des Vollmondes wird dagegen die Erde mehr als der Mond angezogen und daher vom Monde weiter entfernt, so daß in beiden Fällen der Mond von der Erde weiter absteht und daher weniger genöthigt wird, schneller zu laufen. Wenn aber Mond, Erde und Sonne einen rechten Winkel bilden, die Sonne von den beiden andern Himmelskörpern also beiläufig gleich weit absteht, so ist zwar die Kraft selbst, mit welcher die Sonne sie anzieht, nicht verschieden, wohl aber die Richtung der Anziehung. Beide Richtungen laufen nach der Sonne hin zusammen, woraus folgt, daß Mond und Erde etwas einander genähert werden, wodurch die Wirkung der Erde auf den Mond verstärkt und dieser zu einer schnelleren Bewegung angehalten wird.

Schon Ptolemäus machte diese Bemerkung und bezeichnete diese Ungleichheit mit dem Namen Evection und würde er, so wie die alten Astronomen überhaupt, die Beobachtungen des Mondes nicht bloß zur Zeit des Voll- und Neumondes angestellt haben, so hätte ihm wohl schwerlich eine zweite Ungleichheit des Mondlaufes entgehen können, welche in den sogenannten Octanten, d. h. denjenigen Punkten, die zwischen Vollmond und letztem Viertel, letztem Viertel und Neumond, Neumond und erstem Viertel, erstem Viertel und Vollmond liegen, Statt findet. In dem ersten und dritten dieser Punkte tritt eine merkliche Beschleunigung, in den beiden anderen eine merkliche Verlangsamerung des Mondlaufes ein, worauf Tycho de Brahe zuerst aufmerksam machte und dieser Ungleichheit den Namen Variation beilegte. Noch ist einer dritten Wirkung der Sonne auf die Bewegung des

Mondes zu gedenken, welche sich darin äußert, daß der Mond sich im Winter langsamer bewegt, als im Sommer. Im Winter steht bekanntlich unsere Erde der Sonne näher, als im Sommer, und erfährt daher eine größere Einwirkung von dieser, was dem Monde gleichsam zu Gute kommt, der von der mehr beschäftigten Gebieterin weniger beachtet wird und daher mit mehr Muße seines Wegs geht. Man nennt diese Abweichung die jährliche Gleichung, da sie vom Umlauf unserer Erde um die Sonne abhängt.

Als eine zweite Folge der verschiedenen Entfernung des Mondes von unserer Erde stellt sich die verschiedene scheinbare Größe des Monddurchmessers heraus. Es wechselt aber dieselbe im Mittel von 32′ 2″ bis 29′ 20″, so daß sie bald größer, bald kleiner als die des scheinbaren Sonnendurchmessers ist. Der wahre Monddurchmesser selbst berechnet sich hieraus und aus der Entfernung des Monds von unserer Erde auf 468 geogr. Meilen, die Oberfläche des Monds auf 688000 geogr. Quadratmeilen und der Cubikinhalt der Mondskugel, an der nicht die geringste Abplattung bemerklich ist, auf mehr denn 53 Millionen Cubikmeilen, so daß unsere Erde den Mond Bezugs der Oberfläche c. 14 mal, Bezugs des Cubikinhaltes aber c. 50 mal übertrifft. An Masse ist dieß 88 mal der Fall, so daß der gemeinschaftliche Schwerpunkt beider 88 mal weiter vom Mond- als vom Erdmittelpunkt zu liegen kommt und in den Erdkörper selbst hinein fällt, wenn auch nahe der Oberfläche. Bei den anderen mit Monden versehenen Planeten fallen diese Schwerpunkte mit dem Mittelpunkte des Hauptkörpers so nahe zusammen, daß man auch bei den schärfsten Bestimmungen diese Differenz vernachlässigen kann. Dieß darf beim Monde unserer Erde in vielen Fällen nicht geschehen, und daher ist die Erde mit dem Monde wohl eher als Doppelplanet zu betrachten, analog den Doppelsternen, die sich um einen gemeinschaftlichen Schwerpunkt bewegen, wozu noch kommt, daß auch der Unterschied der Massen und der Volumina bei bei-

den Himmelskörpern weit geringer ist, als wir sie bei Körpern verschiedener Ordnung im Sonnensystem anzutreffen gewohnt sind.

Die Ebene, in welcher sich der Mond um die Erde bewegt, fällt nicht mit der Ebene der Ekliptik zusammen, sondern ist gegen sie unter einem Winkel, der sich nicht stets gleich bleibt, sondern von 5° 0′ bis 5° 18′ sich ändert, geneigt, so daß sich der Mond während seines monatlichen Umlaufs zwar bald nördlich, bald etwas südlich von der Ekliptik entfernt befindet, jedoch keineswegs über die Grenzen des Zodiakus, jener zu beiden Seiten der Ekliptik um 10° abliegenden Himmelszone, hinausschweift. Beide Ebenen durchschneiden sich bekanntlich in zwei diametral gegenüber liegenden Punkten, welche hier Knoten genannt werden, so wie die sie verbindende gerade Linie Knotenlinie, und zwar heißt der aufsteigende Knoten oder Drachenkopf (☊) jener, in welchem der Mond nördlich über die Ekliptik heraufsteigt, und der niedersteigende oder Drachenschwanz (☋) derjenige, wo er südlich unter die Ekliptik herabsinkt. Diese Knotenlinie, mit der bei der Bewegung der Erde um die Sonne uns bekannt gewordenen Aequinoctiallinie vergleichbar, hat wie diese keine unveränderte Lage, sondern bewegt sich jährlich von Ost nach West um c. 19° rückwärts und bewirkt dadurch, daß erst in 18 Jahren 10 Tagen, nachdem der Mond 223 mal vor der Sonne vorüber gezogen, beide Ebenen sich wieder in demselben Punkte des Himmels durchschneiden, und wieder in dieselbe Lage kommen, womit, wie wir später sehen werden, zugleich eine Wiederholung der von dieser Lage bedingten Erscheinungen verbunden ist. Die Ursache dieser rückläufigen Bewegung der Knoten sowohl, als der Veränderung der Neigung der Mondsbahn gegen die Ekliptik ist die Sonne, welche, wenn der Mond in seiner Bewegung um die Erde der Ekliptik sich nähert, durch ihre mächtige Anziehung bewirkt, daß er früher in die Ebene der Ekliptik kommt.

Was endlich die Lage des Mondes selber betrifft, in welcher er seine Bewegung um die Erde vollendet, so wendet er derselben

stets ein und dieselbe Seite zu, wie der Jäger sein Gesicht dem in seinem Lager ruhenden Haasen, welchen er umkreist, und vergönnt uns dadurch nur die eine Hälfte seiner Oberfläche zu betrachten. Dabei kehrt jedoch der Mond sein Gesicht allen Weltgegenden nach und nach zu und dreht sich daher auch während seiner Bewegung um die Erde einmal auch um sich selbst, um seine Achse, was demnach die dritte Bewegung ist, die dem Monde, so wie jedem anderen Trabanten, namentlich zu Folge der Beobachtung den Jupiters- und Saturns-Trabanten, zukommt. Nicht selten setzt man Zweifel darein, ob diese Bewegung des Monds eine Achsenbewegung zu nennen sey. Dieses Mißverständniß rührt allein daher, daß wir den Mond von der Erde aus als den Mittelpunkt seiner Bewegung betrachten. Denken wir uns einen Beobachter außerhalb der Mondsbahn, so kehrt der Mond demselben seine verschiedenen Seiten zu, so daß er sich in der That um seine Achse dreht, und zwar genau in derselben Zeit, in welcher er um die Erde läuft, jedoch ohne weder an den elliptischen, noch den durch die Störungen erzeugten Ungleichheiten des Mondlaufes Theil zn nehmen. Fig. 32 macht dieß noch auf andere Weise anschaulich. Hätte die Kugel M, welche sich um E in einem Kreise bewegt, keine Achsendrehung, so müßte ihre Stellung in allen Punkten des Kreises genau so bleiben, wie in M. In M′ würden wir b′ in der Mitte haben, in M″ aber c″ u. s. w. Soll aber immer dieselbe Hälfte der Kugel dem Punkte E zugewendet seyn, so muß die Kugel sich um sich selbst drehen, von M bis M′ eine Viertelumdrehung machen u. s. w. Dabei macht die Achse des Monds mit der Ebene der Ekliptik einen unveränderlichen Winkel von 88° 31′ und der Aequator neigt sich also gegen diese um 1° 29′, was für die physische Beschaffenheit der Mondoberfläche wichtig, in so ferne hievon die Klimate abhängen. Gegen des Mondes eigene Bahn ist jedoch die Lage der Achse veränderlich, macht mit ihr einen Winkel von 83° 31′, welcher bis 83° 13′ sich verringern kann, und der

Mondäquator ist demnach gegen die Ebene der Mondsbahn unter einem Winkel von 6° 29′ bis 6° 47′ geneigt.

Ueberblicken wir nun das bisher über den Mondlauf Angeführte, so ergiebt sich leicht aus den Veränderungen, deren fast Alles hieher Gehörige unterliegt, die Bemerkung, daß derselbe äußerst verwickelt seyn müsse und daß seine Bewegungen nicht wohl ohne die größte Mühe und fortgesetzte Beobachtungen auf bestimmte Gesetze zurückgeführt werden können. Würde der Mond eine sichtbare, helle Spur seines Wegs unter den Gestirnen des Himmels zurücklassen, so würde dieselbe als eine äußerst verwickelte krumme Linie erscheinen. Der Umfang jeder Revolution gleitet über oder unter der vorhergehenden hinweg und viele solche Revolutionen zusammen genommen bilden eine Art von sehr complicirtem Netzwerk, das sich über die Fläche des Thierkreises verbreitet. Und doch haben wir uns nur mit den bedeutendsten Ungleichheiten des Mondlaufs bekannt gemacht. In der neuesten und gründlichsten Mondstheorie von Hansen kommen mehr als hundert verschiedene Ungleichheiten vor, die man, wenn es sich um die äußerste Genauigkeit handelt, sämmtlich einzeln für jeden Mondsort berechnen muß. Die größte Anzahl dieser kommen auf Rechnung der Sonne, denn von den Planeten haben nur Venus und Jupiter einigen Einfluß, bei allen übrigen kann man ihn als nicht vorhanden betrachten.

In Folge dieser Ungleichheiten des Mondlaufes unterscheiden wir auch mehrere Perioden seines Umlaufes am Himmel, und verstehen unter der siderischen oder periodischen Umlaufszeit des Mondes die Zeit, welche er braucht, um einen vollständigen Umlauf am Himmel zu vollenden, was ersichtlich, wenn er zum zweitenmal zu demselben Stern der Ekliptik zurückgekehrt ist, zum zweitenmal mit ihm im Meridian sich befindet. Gegenwärtig beträgt diese nach Mädler 27 Tage 7^h 43^m 11^s, und es läßt sich hieraus leicht die tägliche, stündliche ꝛc. mittlere Bewegung des Mondes berechnen, so wie die Zeit, welche er braucht, um

eine gewisse Anzahl von Graden zu durchlaufen. Die Zeit von 29 Tagen 12^h 44^m 3^s, welche von einem Vollmonde bis zum andern verfließt, heißt synodischer Monat, weil nach deren Verlauf der Mond mit der Sonne wieder zusammen kommt, zu gleicher Zeit mit ihr im Meridiane steht. Die längere Dauer dieses Monats, Bezugs der siderischen, kommt daher, daß während der Mond sich um die Erde bewegt, diese zugleich auch in ihrer Bahn um die Sonne fortschreitet, oder die Sonne nach Osten am Himmel scheinbar fortrückt. Gesetzt der Mond befindet sich als Neumond mit der Sonne im Zeichen des Widders, so sehen wir ihn nach 27 Tagen 7^h 43^m 11^s in demselben Zeichen stehen; allein in dieser Zeit hat sich die Sonne fast um ein ganzes Zeichen östlich weiter bewegt, nnd der Mond hat demnach noch diese Strecke zurück zu legen, um zur Sonne zu kommen und mit ihr als Neumond durch den Meridian zu gehen. Es ist hier derselbe Fall, wie mit dem Sterntag und dem Sonnentag, oder mit dem Stunden- und Minutenzeiger einer Uhr. Letzterer braucht auch, wenn er mit dem Stundenzeiger um 12 Uhr in Conjunktion gewesen, ihn genau gedeckt hat, $1^1/_{11}$ Stunde um denselben einzuholen und wieder in Conjunktion mit ihm sich zu befinden, aber nur 1 Stunde, um wieder an dieselbe Stelle des Zifferblattes zu gelangen. Die Länge des synodischen Monats bestimmte, wie wir früher erwähnten, schon Ptolemäus sehr genau, indem er eine lange zwischen zwei Neumonden der Vollmonden, die mit Finsternissen verbunden waren, verflossene Zeit durch die Anzahl der dazwischen liegenden Monate dividirte. Die neueren Astronomen bestimmten sie nicht um eine volle Sekunde näher.

Unter dem drakonitischen Monat versteht man die Zeit, welche der Mond braucht, um zu seinem auf- oder niedersteigenden Knoten zurück zu kehren. Es entspricht dieser dem tropischen Jahre und ist wegen der erwähnten rückgängigen Bewegung der Knotenlinie etwas kleiner, als der siderische Monat, hat nämlich nur 27 Tabe 5 Stunden 5 Minuten 36 Sekunden. Ein Gleiches

ist bei dem tropischen Monat oder der Zeit, welche der Mond nöthig hat, um zu demselben Durchschnittspunkte des Aequators und der Ekliptik zurück zu kehren, der Fall. Dieser Punkt rückt gleichfalls, wie wir wissen, etwas zurück und der tropische Monat zählt deßhalb 27 Tage 7^h 34^m 4^s. Schließlich ist noch der anomalistische Monat zu erwähnen, oder die Zeit, welche der Mond bedarf, um zu seiner Erdnähe oder Erdferne zurück zu kommen. Beide Punkte rücken jährlich um c. 41° nach der Ordnung der Zeichen vorwärts, woher es geschieht, daß die Dauer dieses Monats sich auf 27 Tage 13^h 18^m 37^s beläuft.

Von den zuletzt genannten drei Perioden ist die drakonitische besonders bemerkenswerth, in so ferne mit ihr die Rückkehr der Sonnen- und Mondsfinsternisse in unmittelbarem Zusammenhange steht. Eine Sonnenfinsterniß findet bekanntlich Statt, wenn der Neumond, und eine Mondsfinsterniß, wenn der Vollmond mit einem der beiden Mondsknoten entweder wirklich oder nahe zusammen fällt. Nun bemerkten aber schon die Chaldäer, daß 223 synodische Monate bis auf mehrere Minuten mit der Dauer von 242 drakonitischen Umläufen übereinstimmten, und daß demnach nach Verlauf dieser Periode von 6585 Tagen oder 18 Jahren 10 Tagen, der sogenannten chaldäischen Periode (Saros), die Finsternisse nahe in derselben Ordnung wiederkehrten. Aber 19 Sonnenjahre stimmen auch bis auf 2 Stunden 6 Minuten mit der Dauer von 235 synodischen Monaten zusammen oder die Voll- und Neumonde fallen auf dieselben Tage des Sonnenjahrs, wie vor 19 Jahren, und da dieser Zeitraum von obiger Periode des Umlaufs der Mondsknoten wenig verschieden ist, so treffen die Bedingungen zur Entstehung der Finsternisse zusammen und letztere kehren demnach im Allgemeinen alle 19 Jahre wieder. Denn es ist ja bei der Erzeugung beiderlei Finsternisse nicht gerade nothwendig, daß der Mond sich genau in der Knotenlinie befindet, sondern er kann mehrere Grade davon entfernt stehen und dennoch findet eine Finsterniß Statt. So ist dieß beim Monde

nothwendig der Fall, wenn er 7° 47′ von dem Knoten absteht, und möglicherweise, wenn seine Entfernung vom Knoten selbst 13° 21′ beträgt, da der c. 186000 Meilen lange Schatten der Erde in der Entfernung des Mondes noch einen Durchmesser von 1242 Meilen hat, also um 774 Meilen größer ist, als der des Mondes selber. Nur wird es bei diesem verschieden möglichen Abstand sich ereignen müssen, daß der Mond nicht ganz (total) verfinstert wird, sondern nur zum Theil (partial). Central heißt die Finsterniß, wenn der Mittelpunkt des Erdschatten und des Mondes zusammenfallen, in welchem Falle die Mondsfinsterniß aber auch zugleich total ist und länger als 4 Stunden dauern kann. Nahe die Hälfte dieser Zeit ist der Mond totaliter verfinstert, die erste und letzte Stunde nur partialiter. Dabei fängt jede solche Finsterniß, weil der Mond von Abend gegen Morgen weit schneller als die Erde oder scheinbar schneller als die Sonne sich bewegt und daher in den Erdschatten gleichsam stürzt, an der linken oder östlichen Seite des Mondes an und hört auf der westlichen auf, und wird von allen Orten der Nachtseite der Erde, wo sie überhaupt sichtbar, in demselben Momente und auf gleiche Art gesehen, da der Mond seines Lichtes wirklich durch die Erde beraubt wird, und daher das vortreffliche Mittel, welches die Mondsfinsternisse zur Bestimmung der geographischen Länge gewähren, dessen wir schon früher gedachten.

Die Sonnen- oder eigentlich Erdfinsternisse rühren von dem c. 50000 Meilen langen Schatten her, den der von der Sonne beleuchtete Mond auf die Erde wirft und so den in diesem Schatten befindlichen Erdbewohnern das Sonnenlicht ganz oder theilweise entzieht. Der Hauptschatten kann jedoch wegen der bedeutenden Entfernung des Mondes von der Sonne und weil überhaupt der Mond weit kleiner als die Erde ist, nur einen kleinen Theil der Erdoberfläche bedecken, und nur in diesem Kernschatten zeigt sich, wenn der Mond in gerader Linie mit dem Beobachter und der Sonne sich befindet, die Sonne ganz verdun-

kelt, an jedem anderen Orte dagegen mehr oder weniger und auf einem großen Theil der der Sonne zugewendeten Halbkugel gar nicht. Es ist, als wenn man vor ein Licht eine undurchsichtige Fläche schiebt. Der Anblick des Lichtes ist nicht allen gleich entzogen. Die Figur 33, wo E die Erde, M der Mond und S die Sonne bedeutet, wird dieß deutlich machen. In ab sieht man die Sonne gänzlich verdunkelt, denn die Gesichtslinien ae, bf treffen die Sonnenscheibe gar nicht, sondern gehen über und unter ihr hinweg; dagegen in ac, bd wird nur ein Theil der Sonne unsichtbar, wie z. B. ein in i wohnender Beobachter nur das Stück me der Sonnenscheibe wegen des vorstehenden Mondes nicht sieht und eine nördliche partiale Verfinsterung der Sonne hat. Endlich die in cn, do Wohnenden sehen die Sonne gar nicht verfinstert, sondern stets in vollem Glanze. Noch ist zu bemerken, daß die für die Bewohner in ab totale Sonnenfinsterniß für sie zur ringförmigen wird, wenn sie zur Zeit der Erde in der Sonnennähe und zur Zeit des Mondes in der Erdferne eintritt. Dem Auge erscheint alsdann nicht nur die Sonne größer, sondern der Mond zugleich kleiner und es tritt alsdann, wie aus Fig. 34 ersichtlich, der Fall ein, daß für die Bewohner in a zwar der größte Theil der Sonne verdunkelt, jedoch noch rings um sie ein Ring von der Breite bd sichtbar ist.

Die Sonnenfinsternisse treten stets wegen der schnelleren Bewegung des Mondes von Abend gegen Morgen an dem rechten oder westlichen Rande der Sonne ein und endigen am östlichen; sind aber nicht bloß hierin von den Mondfinsternissen verschieden, sondern hauptsächlich dadurch, daß ihr Anfang, Mittel, Ende und ihre Größe für jeden Ort der Erde, der sie überhaupt sieht, anders ist, da es ja nur scheinbare Phänomene sind, deren Gestalt und Größe vom Orte des Beobachters abhängt. Die Sonne, als selbstleuchtender Körper wird ja ihres Lichtes nicht beraubt, wohl aber wird ihr Licht durch den vortretenden Mond manchen Orten entzogen. Totale und centrale Sonnenfinsternisse können nur ein-

treten, wenn der Mond zur Zeit des Neumondes in einem seiner Knoten steht; partiale aber wegen der verhältnißmäßig bedeutenden Größe der Erde gegen die des Mondes nothwendig, wenn er nur 13° 33′, und möglicherweise, wenn er selbst 19° 44′ davon sich entfernt bebefindet; so daß aus diesem Grunde mehr Sonnen- als Mondsfinsternisse sich ereignen, in 18 Jahren c. 41 Sonnen- und nur 29 Mondsfinsternisse, und daß jährlich 4 Sonnenfinsternisse, je 2 vor und 2 nach dem Durchgang des Neumondes durch den Knoten, Statt finden können. Damit soll jedoch keineswegs auch gesagt seyn, daß für einen bestimmten Ort der Erde mehr Sonnen- als Mondsfinsternisse sichtbar sind. Hier findet gerade das Gegentheil Statt, daß nämlich für einzelne Orte die Sonnenfinsternisse seltener sind, als die Mondsfinsternisse und durchschnittlich sich alle Jahre nur eine partiale Sonnenfinsterniß für einen gegebenen Ort sich ereignet, dagegen 3 Mondsfinsternisse. Der Grund hievon liegt darin, daß Mondsfinsternisse von Allen gesehen werden, denen der Mond überhaupt aufgegangen ist, was also von der halben Erdoberfläche gilt; Sonnenfinsternisse aber nur in einem gewissen Streifen der Erdoberfläche. Für totale Sonnenfinsternisse ist dieser Streifen höchstens 30 Meilen breit, daher sie für einen gegebenen Erdort im Durchschnitt erst nach 150 bis 200 Jahren wiederkehren.

Was nun die mit dem Eintreten dieser Finsternisse verbundenen Erscheinungen betrifft, so theilte uns Mädler in der Allgemeinen Augsb. Zeitung gelegenheitlich der zu erwartenden Sonnenfinsterniß am 8. Juli 1842, welche an vielen bedeutender und wissenschaftlicher Kultur sich rühmenden Orten total gesehen wurde, etwa Folgendes hierüber mit:

„Eine Abnahme des Sonnenlichtes bemerkt man keineswegs schon im Anfang der Finsterniß. Selbst bei drei Viertel der verdeckten Sonnenscheibe ist die Helligkeit, so weit sie mit freiem Auge beurtheilt werden kann, dieselbe — eine Folge der Einrichtung unserer Pupille, sich bei Verminderung der Helligkeit zu erweitern. Nur das Thermometer sinkt ein wenig und photometrische Messungen zeigen gleichfalls die Verminderung. Auch zeigt

sich dem aufmerksamen Beobachter eine etwas größere Schärfe in Begrenzung der Schatten. Uebersteigt aber die Finsterniß 9 Zoll, so wird das Licht bleicher, ohne jedoch wie ein Dämmerlicht an Bestimmtheit zu verlieren; im Gegentheil setzt es sich ungewöhnlich scharf gegen die dunkler werdenden Schatten ab. Die Wolken nehmen eine eigenthümliche Färbung an, am gewöhnlichsten grün, und dieß gibt der Landschaft etwas eigenthümlich Melancholisches. Es wird kühler, ein Wind erhebt sich und folgt dem Zuge der Finsterniß über die Erdfläche. Allmählig, je näher der Augenblick des völligen Verschwindens des letzten Sonnenstrahls rückt, zeigt sich eine Unruhe in der Thierwelt: Vögel flattern scheu umher, Hunde heulen ängstlich, Pferde werden scheu rc. Man muß annehmen, daß die Thiere, welche von den Wetterveränderungen eine bestimmte Vorempfindung haben, und für welche also sonst in der Atmosphäre nichts Unerwartetes kommt, durch eine große Sonnenfinsterniß, von der ihr Instinkt ihnen nichts gesagt hat, ganz aus der gewohnten Ordnung kommen und gleichsam rathlos sind. Auf Hausthiere hat das Phänomen weniger Einfluß. Ist endlich die letzte schmale Sichel verschwunden, so tritt eine ganz eigenthümliche Dämmerung ein, die der gewöhnlichen in Nichts gleicht. Einzelne Sterne zeigen sich, doch ist der Horizont nach einer Seite hin erhellt und Nacht wird es in keinem Fall, selbst wenn man sich im Mittelpunkt der Finsterniß befände. Denn rasch erzeugt sich um den Ort der verschwundenen Sonne herum ein glänzender Ring von beträchtlicher Breite, in allerlei lebhaften Farben spielend. Er ist in der heftigst wellenden Bewegung, und man will auch ein Strahlenschießen bemerkt haben, welches vom Ring ausgehend sich über einen halben Grad weit erstreckte. Daher keine eigentliche Dunkelheit. Nach 3 bis 4 Minuten ist Alles vorüber: der Ring verschwindet, die Sonne bricht wider hervor, die Thierwelt ist beruhigt, Pferde, die sich bis dahin ängstlich zusammen drängten, wiehern dem ersten Sonnenstrahl entgegen rc. Ist man im Freien, auf einer Schneeebene, so kann man

den Schatten des Mondes heranjagen und sich wieder entfernen sehen. Vor und nach der totalen Sonnenfinsterniß sieht man die Blattlücken der Baumschatten statt rund, sichelförmig nach Maaßgabe des noch leuchtenden Stücks der Sonne. Bei stark bewölktem Himmel wird die Abnahme des Lichts weniger bemerkt, bei ganz trübem macht es um die Zeit der Mitte herum Miene, Nacht zu werden, wozu es aber nicht kommt.

Man bemerkt nicht, daß der Theil der Sonne, welcher dem deckenden Mondrande zunächst liegt, eine Veränderung des Lichtglanzes oder der Farbe erleidet, daher der Mond keine Atmosphäre hat. Die Unebenheiten des Mondrandes sieht man sehr deutlich. Von mehreren Beobachtern ist bei ringförmigen oder diesen nahe kommenden Finsternissen an der Stelle, wo ein Bogen des Mondrandes nur äußerst wenig über einen fast gleichlaufenden des Sonnenrandes hinüber ragte, (was nur wenige Sekunden Statt hat) ein röthliches Licht wahrgenommen worden, das sich längs dieses Bogens fort erstreckte und in welchem die Mondsgebirge fast eben so gut als auf der Sonnenscheibe selbst sichtbar waren. Diese Wahrnehmung deutet, wenn man erwägt, daß die Beobachtungen mit dem Blendglase gemacht werden, auf ein ziemlich starkes Licht, und hängt also wohl mit der Erscheinung des erwähnten glänzenden Rings bei totalen Sonnenfinsternissen zusammen."

Diese Mittheilungen sind auch an den Orten, wo die fragliche Sonnenfinsterniß total beobachtet wurde, im Ganzen eingetroffen, wie wir aus den Nachrichten ersehen, die uns der Astronom Schumacher, welcher die Finsterniß in Wien beobachtete, hierüber mittheilte. Ausserdem zeigte sich aber eine ganz unerwartete Erscheinung. Auf den ersten Anblick, berichtet Herr Conferenzrath Schumacher, glaubte man an den Stellen des Mondrandes rothe Flammen zur Zeit der totalen Verfinsterung hervorbrechen zu sehen, indeß bemerkte man nach ein paar Augenblicken ruhiger Betrachtung in diesen scheinbaren Flammen keine Bewe-

gung. Sie erschienen vielmehr als zackigte, in hellem rosenrothen Lichte strahlende Gipfel von Gletschern. Veränderungen in der Form oder in der Höhe dieser Flammen wurden nicht wahrgenommen, was schon wegen der Kürze der Zeit nicht wohl möglich, da die totale Verfinsterung nicht volle 2 Minuten währte. Kurz vor dem Ende der totalen Finsterniß erhob sich an dem Theile des Mondrandes, wo der erste Lichtfunken austreten sollte, eine schmale rosenrothe Schicht, die aber, als dieser Lichtfunken erschien, zugleich mit den rothen Bergen und dem Lichtringe, der den Mond umgab, verschwand. Die Dunkelheit während der gänzlichen Bedeckung der Sonne war nicht mit der Nachtdunkelheit zu vergleichen und Sterne suchte man am Himmel vergebens, wahrscheinlich nicht deßhalb, weil es zu hell, sondern vielmehr, weil es zu dunstig war, um Sterne sehen zu können.

Eine genügende Erklärung der räthselhaften, bergähnlichen Erscheinungen schon jetzt zu versuchen, wäre wohl zu voreilig; es scheint selbst ungewiß, ob man auch, wenn später alle Beobachtungen gesammelt sind, im Stande seyn wird, eine solche Erklärung aus ihnen abzuleiten. Wir wissen in diesem Augenblicke nur, daß es weder Wolken in unserer Atmosphäre, noch wirkliche Mondsberge seyn konnten. Die ersten, in dieser Richtung gesehen, lagen ganz im Mondschatten und konnten also keine helle Spitzen haben, die zweiten werden ausser anderen Gründen schon durch die Höhen der rothen Erscheinungen, die den achten Theil des Mondshalbmessers, c. 30 Meilen, betrugen, ausgeschlossen. Einer späteren Zeit ist es wohl aufbehalten, sowohl über diese Erscheinung Aufschluß zu geben, als auch für mehr Beobachtungen über Sonnenfinsternisse von wahrem wissenschaftlichen Werth zu sorgen. Hinderlich wird sich in dieser Beziehung freilich immer der Umstand zeigen, daß totale Sonnenfinsternisse für einen gegebenen Erdort im Durchschnitt erst nach 150 bis 200 Jahren wiederkehren und daß, wer den Moment des Anfangs und des Endes astronomisch beobachtet, nicht wohl den Vorgang in physischer Be-

ziehung genau verfolgen kann. Beides fällt bei den totalen Mondsfinsternissen hinweg, die sich durchschnittlich wenigstens alle 19 Jahre erneuern und bei denen das, was in physischer Beziehung zu erforschen, am Monde selbst wahrgenommen werden muß. Der normale Verlauf einer totalen Mondsfinsterniß aber, wie er bei günstigem Luftzustande sowohl derjenigen Gegenden, wo man beobachtet, als auch derer, über welchen zu gleicher Zeit die Sonne auf- oder untergeht, beobachtet wird, ist im Allgemeinen folgender:

Sobald der Mond in den zwar stets deutlich kreisförmigen, jedoch nie scharf begrenzten Erdschatten hinein gestürzt ist, was eben deßhalb selbst auf eine oder wenige Minuten nicht genau bestimmt werden kann, zeigt der Schatten sich von grauer Farbe, und die Flecken des Mondes, hellere wie dunklere, verschwinden. Bald jedoch bemerkt man in diesem Grau einen röthlichen Schimmer, der sich mit der Zunahme der Finsterniß dergestalt mehrt, daß das Grau völlig dem Roth Platz macht und die Anfangs verschwundenen Flecken wieder sichtbar zu werden anfangen. Vor dem Eintritt der totalen Verfinsterung bemerkt man nur nach der Seite der schmalen Mondsichel zu ein Graublau, sonst überall das Roth. Ist endlich diese Sichel auch verschwunden, so sehen wir die volle Mondscheibe und ihre Flecken roth erleuchtet und nur diejenige Stelle, welche gerade vom Mittelpunkte des Schattens getroffen wird, in Dunkel gestellt. Trifft dieser Kernschatten den Mond gar nicht, so erscheinen nur diejenigen Theile, welche nach der Seite des Schattencentrums hin liegen, trüber als die andern.

In diesem Zustande erblicken wir den Mond während der ganzen Dauer der totalen Finsterniß, und tritt er wieder aus dem Schatten heraus, was wir an dem Sichtbarwerden der zarten Sichel des abnehmenden Mondes erkennen, so wiederholen sich die vorigen Erscheinungen, nur in umgekehrter Ordnung.

Also ist der gewöhnliche Verlauf einer Mondsfinsterniß bei

reinem, heiterem Himmel und trockner Atmosphäre. Finden die letzteren Bedingungen nicht Statt, so treten auch wesentliche Veränderungen in den die Mondsfinsternisse begleitenden Erscheinungen ein. So verschwindet z. B. der Mond öfters gänzlich oder ist nur von Zeit zu Zeit sichtbar, das Roth selbst ist zuweilen das trübste Kupferroth oder ein schmutziges Grauroth, während es zu anderen Zeiten als das schönste Rosenroth oder das glühendste Hochroth sich darstellt ꝛc. Ursache dieser Veränderungen ist wohl der Luftzustand der Erdgegenden, an welchen die Sonnenstrahlen vorüberstreifen. Bei reiner heiterer Luft zeigt sich der gewöhnliche Verlauf; ist die Luft mit Gewölk angefüllt, so zeigt sich eine dunkelrothe Färbung des Mondes, und ist die Luft völlig trübe, so kann es sich ereignen, daß auch das gebrochene Sonnenlicht den Mond nicht erreicht und letzterer für uns ganz verschwunden ist. Jedoch scheint die Brechung des Lichtes in der Erdatmosphäre zur Erklärung allein nicht auszureichen, und sowohl dieses Phänomen als der bei totalen Sonnenfinsternissen sich bildende Ring mögen wohl in der Annahme einer nach allen Seiten um die Sonne sich erstreckenden Lichthülle Erklärung finden, welche Hülle in gewöhnlichem Zustande durch den lebhaften Glanz der eigentlichen inneren Photosphäre zwar verdunkelt und unserem Anblick entzogen wird, allein hervortritt, sobald letztere verdeckt ist, wie es bei totalen Sonnenfinsternissen der Fall. Immerhin bleibt noch Vieles zu erklären übrig, und doch sind es die Mondsfinsternisse allein, durch deren anhaltende und fortgesetzte Untersuchungen wir zu Resultaten über die Naturbeschaffenheit der Sonne, des Mondes und selbst unserer Erde gelangen können, da die Art, wie der verfinsterte Körper sich uns darstellt, sowohl von unserer eigenen Atmosphäre, als von der Umhüllung des leuchtenden und des verfinsterten Körpers abhängt.

Bevor wir aber zur Betrachtung der physischen Naturbeschaffenheit des Mondes übergehen, sey es erlaubt, die im Vorhergehenden gemachte Bemerkung, daß der Mond uns stets bloß

ein und dieselbe Seite zuwendet und uns nur die eine Hälfte seiner Oberfläche zu betrachten vergönnt, durch Folgendes einigermassen zu berichtigen.

Da sich der Mond während einer Bewegung um die Erde auch einmal um seine Achse dreht, erstere Bewegnng aber mit ungleichförmiger, letztere mit gleichförmiger Geschwindigkeit geschieht, wie es bei allen Planeten der Fall ist, so hat er in dem Punkte a (Fig. 35) seiner Bahn, wo er Bezugs der Erde E um 90° weiter gerückt ist und die Ebene mn die Beleuchtungsgrenze bildet, keineswegs noch den vierten Theil seiner Achsendrehung vollendet, sondern erst im Punkte b, wo die auf der Gesichtslinie Eb senkrechte Ebene ox den für uns sichtbaren Theil begrenzt. Dieser ist hier aber von dem in a sichtbaren verschieden, indem das Stück io, von dem wir in a nichts sahen und das selbst eine Länge von 7° 53′ haben kann, dem Blicke sich darstellt. Und so kommt es, daß wir abwechselnd von den Rändern der uns abgewendeten Mondseite mehr oder weniger zu sehen bekommen.

Eine zweite Ursache, daß wir von dem Monde mehr als stets bloß ein und dieselbe Seite sehen, liegt ferner darin, daß, wie bereits erwähnt, die Achse des Mondes nicht senkrecht auf der Ekliptik steht, sondern unter einem kleinen Winkel von 88° 31′ gegen sie geneigt ist. Da sie sich jedoch bei der Bewegung des Mondes um die Erde fast genau parallel bleibt, so kann es sich nicht fehlen, daß je nach der verschiedenen Lage des Mittelpunktes wir bald am nördlichen, bald am südlichen Rande des Mondes gleichfalls etwas mehr sehen, als die gewohnte Hälfte, ein Stück, das selbst eine Breite von 6° 47′ haben kann.

Beide Erscheinungen nennt man das Wanken oder Schwanken (die Libration) des Mondes, und zwar erstere (von West gegen Ost und umgekehrt) das Schwanken nach der Länge, und letztere (von Nord nach Süd und umgekehrt) das nach der Breite, und beide kehren nach jedem Mondsumlauf regelmäßig und auf gleiche Art wieder, wie schon Galiläi ent-

deckt, der überhaupt zuerst auf die Libration des Mondes aufmerksam gemacht hat.

Was nun die physische Naturbeschaffenheit unseres verhältnißmäßig nahe stehenden und durch so vielfache Wechselbeziehungen mit uns noch eng verbundenen Nachbars im Allgemeinen betrifft, so entdeckt man schon mit bloßen Augen in der erleuchteten Mondscheibe einzelne Stellen, welche nicht mit gleichem Lichte wie die übrigen glänzen; ihre Anzahl vermehrt sich aber gar sehr, wenn man den Mond durch gute Fernrohre betrachtet. Man nennt sie Flecken, von denen die einen heller, die anderen dunkler sind und vermuthete früher, weil sie die Idee einer landschaftlichen Mannichfaltigkeit erweckten und unwillkührlich zur Vergleichung mit unserer Erde aufforderten, unter den dunkleren Meere und Seen, weil das Licht vom Wasser nicht so lebhaft zurück geworfen, sondern mehr eingesaugt werde, als vom festen Lande, in neuerer Zeit aber aus Gründen, die wir alsbald hören werden, weit ausgebreitete Ebenen, welche bloß im Vergleich mit den viel höher liegenden, bedeutend großen Gebirgsketten in einem blasseren Lichte erscheinen.

Daß aber solche Gebirgszüge auf dem Monde vorhanden sind, zeigt einmal seine ausgezackte, höckerigte Gestalt, wenn wir sie in seinem Ab- oder Zunehmen von der Seite betrachten und dann das Hervortreten einzelner heller Punkte nahe an der Erleuchtungsgrenze im dunklen Theile der Mondscheibe, welche wohl nichts Anderes als die Spitzen hoher Berge sind, deren hervorragende Gipfel sich in den Strahlen der Sonne erwärmen, während die umliegenden, tieferen Theile im Dunkeln liegen.

Von den Gebirgsbildungen auf unserer Erde sind die des Mondes jedoch gänzlich verschieden und lassen sich am einfachsten charakterisiren als kreisförmige, rings herum geschlossene Wälle, welche eine concav geböschte Tiefe umschließt. Man hat dieser Form da, wo sie sich am bestimmtesten ausprägt, den Namen R i n g g e b i r g gegeben, bei den größeren, meist zusammengesetz-

teren Wällen dieser Art, die eine ebene Fläche umschließen, die Benennung **Wallebene** eingeführt und die kleineren und kleinsten Bildungen dieser Art mit **Crater** und **Gruben** bezeichnet. Die Wallebene, jene weit ausgedehnten, dunkeln Flecke, ist nie oder selten ganz eben; Unebenheiten der verschiedensten Art ziehen sich durch diese sogenannten Meere hin und ihre Farbe ist nichts weniger als monoton; Hügelgruppen, breitere Landrücken, schmale aderige Höhenzüge, craterartige Vertiefungen oder auch blasenartig aufgetriebene Stellen kommen in ihnen vor und gewähren eine höchst reitzende landschaftliche Mannichfaltigkeit. Zunächst auf diese Wallebenen folgen der Größe nach die eigentlich sogenannten Ringgebirge, die nicht selten cirkelrund sind und in großer Menge vorkommen, ja in einzelnen Gegenden in so dichtem Gedränge zusammen stehen, daß fast nichts Anderes mehr zwischen ihnen Platz hat. Ihre Höhe ist meist gleich groß und trägt der Wall einzelne Gipfel, so sind diese selten sehr hoch. Im Innern zeigt sich am häufigsten ein sogenannter **Centralberg**, oft nur wie eine schwache Narbe und von sehr geringer Höhe, oft aber auch pikförmig oder in den größeren Ringflächen als kleines Massengebirg. Fast immer bezeichnet er die Mitte und zugleich den tiefsten Punkt des concav geböschten und steil abstürzenden Innern, und nie erhebt er sich bis zur Höhe des Walles, meistens bleibt sein Gipfel weit unter der Hälfte desselben.

Die Höhen der einzelnen Berge sind sehr beträchtlich und betragen selbst eine geographische Meile, so daß im Verhältniß zu unserer Erde die Mondberge viermal größer als unsere Berge sind. In neuerer Zeit findet man diese Höhen aus dem Schatten, den die Berge werfen, früherhin berechnete man sie aus der Entfernung von der Tagseite, auf welcher ihre Gipfel zum Vorschein kommen. Zur Zeit der Viertel wird nämlich (Fig. 36) die halbe Mondkugel L erleuchtet, wobei jedoch der Strahl ma auf seiner Verlängerung noch den Gipfel d eines Berges aus der unbeleuchteten Hälfte trifft. Dieser Strahl ma steht rechtwinklig

auf dem Mondradius, und da man die Länge ad in Bruchtheilen dieses ausdrücken kann, so läßt sich im rechtwinkligen Dreieck dao leicht die Hypotenuse do berechnen und so die Höhe de des Mondberges bestimmen.

Ist die Zahl der Ringgebirge schon groß und übersteigt 1000, so ist dieß doch nichts gegen die unzählige Menge der kleinen und kleinsten Crater, von denen Herr Prof. Mädler, dem wir überhaupt Bezugs der Mondsbeschreibung fast Alles zu verdanken haben, durch ein Fernrohr von nur 5 Fuß Brennweite gegen 15 bis 20 Tausend gewahr wurde. Sie sind fast alle verhältnißmäßig sehr tief, doch keineswegs wirkliche bodenlose Schlünde, die tief ins Innere der Mondskugel führen, wie aus der Art des Schattens, der sich in ihnen darstellt, so wie aus dem Anblick in höherer Beleuchtung zur Genüge hervorgeht. Auch sie zeigen häufig noch Centralberge, die freilich sehr schwer zu erkennen sind, auch trifft man bei ihnen auf Ungleichheiten des Kamms, kleine Verzweigungen, Abweichungen von der Kreisform rc. Uebrigens kommen diese Crater in den verschiedensten Localitäten der Mondsoberfläche vor: in Ebenen, in Ringflächen, an und auf den Wällen derselben, zwischen Gebirgszügen, an und auf flacheren Landrücken u. s. w. und sehr gewöhnlich sieht man zwei oder mehrere reihenweise wie Perlenschnüre an einander gereiht, in welchem Falle gewöhnlich zwei benachbarte einen gemeinschaftlichen Wall haben. Mit den Gebirgen und Gruben unserer Erde haben die des Mondes, wie ersichtlich, wenig Aehnlichkeit, und nur hie und da zeigen sich solche Gebirgsketten, wie sie unsere Erde hat, jedoch auch da wieder in der Thal- und Gipfelbildung sehr abweichend. Weit häufiger als auf der Erde findet man im Monde isolirte Berge ohne allen Zusammenhang, so wie Gruppen von Hügeln, deren Zahl wegen des undeutlichen Erkennens schwer zu bestimmen ist.

Durch die grauen, ebeneren Landschaften des Monds ziehen sich ohne Ausnahme lange flache, gerade oder frei gekrümmte

Höhenrücken hin, denen man die Benennung Bergadern gegeben hat, wiewohl sie nichts desto weniger als Verzweigungen und Ausläufer größerer Gebirge zu betrachten sind, die überhaupt selten auf dem Monde vorkommen, sondern als selbstständige Gebilde, deren Anfang und Ende meist in der Ebene liegt. Nur wenige glänzen heller als die Umgegend, und bei Weitem ihre Mehrzahl verschwindet nicht nur im Vollmonde, sondern schon bei mäßig hohen Erleuchtungswinkeln und ist nur bei Sonnen Auf- und Untergang dadurch kenntlich, daß sie einigen Schatten werfen. Selten zeigen sich auf ihnen einzelne Gipfel, und ihre Rückenlinie ist entweder ganz gleichförmig oder bildet sehr sanfte Wellen.

Endlich ist noch der sogenannten Rillen zu gedenken, schmaler tiefer Furchen, welche theils in geraden Linien, theils in nur sehr mäßigen Krümmungen durch Ebenen oder auch durch Gebirgslandschaften hindurch streichen und wegen ihrer äußerst geringen Breite im Vollmonde als glänzende Lichtlinien, bei schräger Beleuchtung als schwarze Fäden schwer wahrzunehmen sind. Erst Schröter machte Ende des vorigen Jahrhunderts auf einige dieser Rillen aufmerksam, und man nahm keinen Anstand, in ihnen bald Flüsse, bald künstliche Kanäle, bald Landstraßen zu erkennen. Allein abgesehen davon, daß, wie wir sogleich sehen werden, der Mond alles Flüssigen ermangelt und so Flüsse und Kanäle auf ihm nicht Statt haben, so sind die Rillen schon deßhalb nicht mit ihnen vergleichbar, weil sie Richtungen folgen, wie wohl kein anderes Flüssige: durch Ringgebirge und Wallebenen dahin ziehen, durch Wälle von 6000 bis 9000 Fuß senkrechter Höhe in ihrem geradlinigen Laufe nicht gehindert werden u. s. w. Für Straßen können wir sie aber aus dem Grunde nicht halten, weil ihre Breite jedenfalls nach Tausenden von Fußen gemessen werden muß und sie gewöhnlich nicht ausgezeichnete Punkte mit einander verbinden, sondern in freier Ebene enden. Die innere Struktur des Mondes hat wohl an den Stellen, wo diese Streifen ziehen, eine Veränderung erfahren, welche die Fähigkeit, das Licht zurück

zu werfen, beträchtlich erhöhte. Sieht man sich nämlich aus der Form der Mondgebilde veranlaßt, vulkanische Eruptionen auf dem Monde anzunehmen und zwar in viel höherem Grade als auf unserer Erde, da deren größte Crater kaum mit dem kleinsten der oben erwähnten Mondcrater zu vergleichen sind, so ist es leicht zu erachten, daß nicht alle Ausbrüche vom Mittelpunkte des Mondes ausgiengen und rechtwinklig auf die Oberfläche trafen, sondern häufig auch unter schiefen, ja sehr kleinen Winkeln. Strich nun ein solcher stark erhitzter Gasstrom nahe unterhalb der Oberfläche fort, so mußte er die innere Struktur derselben verändern, etwa verkalken oder verglasen, und damit derselben die bleibende Eigenschaft ertheilen, das Licht lebhafter zurück zu werfen. Vielleicht zogen solche Ströme von allen Seiten einer einzigen großen Esse zu, die sich ihnen an der Stelle des jetzigen Ringgebirges darbot.

Wie dem aber auch sey, die Unveränderlichkeit der Lage und Größe der auf dem Monde bemerkten Flecken, ringförmigen Vertiefungen u. s. w. machte es möglich, von ihm genauere Zeichnungen und Charten zu entwerfen, als es von einem großen Theil unserer Erde, z. B. von Afrika der Fall ist. Hevel gab 1643 die erste, freilich noch unvollkommene Mondcharte heraus, und bald erschienen mehrere, nach wirklichen Messungen gezeichnete. Alle aber werden bei Weitem sowohl an Richtigkeit als Schönheit von der durch die Herren Beer und Mädler 1836 herausgegebenen Mappa Selenographika übertroffen, die den Mond in 4 Blättern darstellt, in einem Kreise, dessen Durchmesser nicht weniger als 3 Fuß mißt.

Auch hinsichtlich der Benennungen der einzelnen Berge, vermeintlichen Meere und Ebenen war man nicht in Verlegenheit, da einer ihrer Erfinder, Riccioli in Bologna, der sich gar viel mit dem Mond beschäftigte, die Uebertragung seines eigenen Namens auf einen dieser Berge nicht vergaß und die der Namen anerkannt großer Männer auf die verschiedenen andern folgen ließ

so daß wir im Monde einen Copernikus, Galiläi, Kepler, Plato u. s. w. finden. Bei Bezeichnung der Meere beging er die Sonderbarkeit, sie nach den vorgeblichen Mondeinflüssen auf Witterung, so wie auf geistige und körperliche Zustände der Menschen zu benennen, daher die Namen: Regenmeer, Delirienhalbinsel, Epidemienbusen u. s. w.

Von dieser Betrachtung der Gebilde der Oberfläche des Mondes wenden wir uns zu der Untersuchung, ob dem Monde eine Atmosphäre zukomme oder nicht, und sind um so begieriger, hierüber genügende Auskunft zu erhalten, als ja mit der Beantwortung dieser Frage die bereits angeregte von dem Vorhandenseyn flüssiger Materien auf dem Monde in unmittelbarem Zusammenhange steht, und von der Beantwortung beider die Lösung einer interessanten dritten, ob nämlich der Mond von Wesen unserer Organisation bewohnt sey, abhängt.

Erinnern wir uns der schon früher gemachten Bemerkung, daß jede Luftart, nicht bloß unsere atmosphärische, das durch sie hindurchgehende Licht nicht nur bricht, sondern auch schwächt. Von Beiden ist nun auf der Mondoberfläche nicht das Geringste wahrzunehmen. Beobachtet man die Randlandschaften derselben und vergleicht sie mit denen der Mitte, so finden wir dieselbe Deutlichkeit, was bei keiner mit einer Atmosphäre umhüllten Kugel möglich ist. Eben so mußte bei der Bedeckung einzelner Sterne durch den Mond sowohl beim Ein- als Austritt das Licht derselben in der größten Nähe des Mondes etwas getrübt und vermöge der Refraction, in Folge der wir den Stern später verschwinden und früher am Mondrande hervortreten sehen, der Durchmesser des Mondes aus der Zeit des Sterndurchgangs kleiner gefunden werden, als durch unmittelbare Messung; aber von Beiden findet sich keine Spur beim Monde: Das Hervortreten und Verschwinden der Sterne an der Mondscheibe ist das Werk eines Augenblicks und geschieht im vollem Glanze ihres Lichts, und auf beiderlei Art der Messung wird der Mondsdurchmesser gleich groß gefunden. Der

Mond kann also keine Umhüllung haben, die brechend oder schwächend auf den Lichtstrahl einwirkte, sollte dieselbe auch von noch so geringer Dichtigkeit und noch so großer Durchsichtigkeit seyn, und deßhalb können auf seiner Oberfläche keine Flüssigkeiten sich vorfinden, da mit diesen das Verdunsten und die Umhüllung nothwendig verbunden wäre. Anfangs des vorigen Jahrhunderts legte man dem Monde eine ziemlich dichte Atmosphäre bei, weil man bei mehreren Sonnenfinsternissen einen breiten hellen Ring um ihn wahrgenommen hatte. Allein spätere Astronomen zeigten, daß, wie bereits erwähnt, dieses Phänomen in einer um die Sonne nach allen Seiten sich erstreckenden Lichthülle seinen Grund habe und nur dem Anschein gemäß auf den Mond bezogen werde.

Ein Weltkörper ohne Wasser und ohne Luft und somit auch ohne Feuer, ohne diese unentbehrlichen Requisite des physischen Lebens, kann nun nicht von Wesen unserer Organisation bewohnt seyn. Aber, fragen wir, sollen denn alle vernünftigen Geschöpfe gerade an dieselben Bedingungen ihres Lebens und Daseyns gebunden seyn als wir, und wird nicht vielmehr jeder Weltkörper mit solchen Bewohnern versehen seyn, die seiner Naturbeschaffenheit angemessen sind, um sich auf ihm ihres Lebens erfreuen zu können? So viel wissen wir vom Monde gewiß, daß die Schwere auf der Mondoberfläche 6³/₅ mal geringer ist, als auf unserer Erde und und z. B. ein Centner von unserer Erde dahin versetzt, nur c. 15 Pfund wiegt, oder nur so viel Kraft, als diese zur Bewegung erfordert. Alle Bewegungen werden auf dem Monde leichter als bei uns, der Widerstand der Massen, sofern derselbe von der Schwere abhängt, ist bedeutend geringer; würde der Mond selbst zu irgend einer Zeit Wasser gehabt haben, so hätte dasselbe sich bei der gewöhnlichen Temperatur der Sonnenwärme in völlig durchsichtigen Wasserdampf theils wegen der verminderten Schwere des Wassers, theils des geringen Drucks seiner Atmosphäre, die wir von der Beschaffenheit der unsrigen annehmen wollen, auflö-

sen müssen. Diesen Verhältnissen und ihren nothwendigen weiteren Folgerungen angemessen müssen wir uns die Bewohner des Mondes organisirt denken und diese Verhältnisse müssen wir vor Augen haben, wenn wir im Monde Produkte des Kunstfleißes, wie Straßen, Festungen u. s. w. und den Mond überhaupt als eine Copie unserer Erde zu erkennen versucht werden. Dann wird sich die Annahme einer totalen Verschiedenheit der gesammten, namentlich der organischen Naturökonomie auf den Oberflächen der Erde und des Monds als unabweisbar darstellen und was wir uns unter den Bewohnern des Mondes, den Seleniten, für Geschöpfe zu denken haben, mögen wir aus einer vor mehreren Jahren erschienenen Brochüre: Herschel, J., höchst merkwürdige Entdeckung über den Mond und seine Bewohner, der Arbeit eines müssigen Kopfes, erfahren. Gewißheit werden wir hierüber wohl niemals hienieden erhalten, denn gesetzt auch, man entdeckte in der Folge Gegenstände im Monde, welche nach ihren Umrissen oder den etwa daran bemerkten Veränderungen einen absichtlichen Ursprung verriethen und sich als Kunstwerke darstellten, so handelte es sich davon, aus dem ganzen Ansehen solcher Werke auf ihren Zweck und somit auf die geistige Natur ihrer Schöpfer und aus den einzelnen Objekten auf die Beschaffenheit der körperlichen Werkzeuge der Erbauer zu schließen, und das hätte wohl noch größere und ganz andere Schwierigkeiten, als wenn man nach Cuviers Methode aus einem einzigen Knochenstück den allgemeinen Bau und die Lebensweise eines Thiers demonstrirt.

Aber, fragen wir, kann die Verbesserung unserer Fernrohre mit der Zeit nicht also zunehmen, daß wir durch sie in Stand gesetzt werden, unsere Nachbarn wirklich zu sehen? Dazu bietet sich uns wenig Hoffnung dar, wenn wir bedenken, daß stärkere Vergrößerungen nur dann von Nutzen seyn können, wenn die Deutlichkeit des Bildes sich in ganz gleichem Maaße erhöht, und diese Vergrößerungen die hauptsächlich im Zustande der Erdatmosphäre liegenden Schwierigkeiten nicht heben, sondern vielmehr

vermehren. Schon die größte Kraft unserer jetzigen Achromaten kann nur selten und nicht bei allen Gegenständen in Anwendung gebracht werden, wie denn namentlich der Mond zu denjenigen Objekten gehört, für welche sich die stärksten Vergrößerungen nicht sonderlich vortheilhaft bewähren. Gelänge es aber auch mit einer 1000maligen Vergrößerung noch gute Beobachtungen auf dem Monde zu machen, so erschienen dennoch die Gegenstände auf demselben nicht besser als mit freiem Auge in einer Entfernung von 50 Meilen. Wessen schärfstes Auge ist aber im Stande, einen Menschen, ein Pferd u. dgl., nur aus einer Meile Entfernung noch gut wahrzunehmen? Um dieß aber beim Monde zu können, dazu wäre eine 50000malige Vergrößerung nöthig. Bis jetzt ist eine 300malige die stärkste, welche man mit verhältnißmäßigem Erfolg anwenden konnte.

Mit dem wirklichen Sehen unserer Nachbarn sieht es also schlecht aus und deßhalb machte ein großer Astronom den Vorschlag, sich auf eine andere Weise von dem Bewohntseyn des Mondes von vernünftigen Wesen Ueberzeugung zu verschaffen. Als solche treiben sie gewiß auch Geometrie, wie selbst von Gott ein alter Weltweiser sagt, daß es dessen beständige Beschäftigung ist (ὁ θεὸς ἀεὶ γεωμετρεῖ. Plato), und sie müssen daher nothwendig mit vielen unserer Lehrsätze wohl vertraut seyn. Wenn wir nun zur Zeit einer Mondsfinsterniß, wo die Bewohner der uns zugekehrten Mondseite eine Sonnenfinsterniß von verhältnißmäßig langer Dauer haben und auf die Nachtseite der Erde herabsehen, in dieser eine geometrische Figur, etwa den Pythagoräischen Lehrsatz, mit großen Feuerlinien verzeichnen würden, lang und breit genug, um in 50000 Meilen Entfernung noch sichtbar zu seyn, so wäre den Mondsbewohnern mit diesem Symbol der Vernunft ein Handschuh hingeworfen, den nur ein ebenbürtiger Gegner aufheben kann. Am besten zur Zeit einer Sonnenfinsterniß könnten die Seleniten unser Signal zurückgeben, und welch herzerhebende Beschämung für uns, wenn sie mit der Lösung eines

Satzes uns bekannt machen, die wir bisher vergeblich gesucht! Aber freilich müßten diese langen Feuerstreifen immerhin eine Breite von c. 1500 Fuß haben, wenn sie mit Fernrohren wie die unsrigen vom Monde aus erkennbar seyn sollten, und daher das Schwierige des Unternehmens, so daß wir auch nicht schriftlich unsere nächsten Nachbarn wohl je kennen lernen werden.

Jedenfalls sind sie große Astronomen, was wir aus dem Umstande vermuthen, daß ihnen besonders auf der jenseitigen Halbkugel Gelegenheit gegeben ist, die feinsten astronomischen Beobachtungen anzustellen, wie keinem Bewohner irgend eines anderen Planeten. Diese Bemerkung gibt uns Gelegenheit, uns auf den Mond zu versetzen und die Haupterscheinungen, die sich einem Beobachter daselbst am gestirnten Himmel darstellen, näher kennen zu lernen.

Denken wir uns zur Zeit unseres Neumondes in die Mitte der uns zugekehrten Mondshalbkugel versetzt, so hat dieselbe Nacht, welche nur vom Lichte der in Gestalt einer kreisrunden Scheibe am Himmel glänzenden Erde (Vollerde) erhellt wird und wobei diese Vollerde uns genau im Zenith steht. Nach c. $7\frac{1}{2}$ Tagen, während welcher die Gestalt der Erde an der rechten oder östlichen Seite fortwährend abnahm, hatten wir das letzte Viertel der Erde und zugleich ging die Sonne im Ostpunkte des Horizonts für uns auf uud brachte uns den Anfang unseres Tages. Täglich rückte hierauf die Sonne näher zur Erde, deren Gestalt endlich zur nach Osten gekrümmten Sichel zusammenschwand, bis am 15ten Tage die Sonne mit der Erde zugleich in dem Meridian stand, wir die Mitte unseres Tages und zugleich Neuerde hatten. Nach Verlauf einiger Tage hatte sich die Sonne westlich von der Erde entfernt und letztere zeigte sich als schmale nach West gekrümmte Sichel. Diese nahm fortwährend mit der Entfernung der Sonne von der Erde und ihrer größeren Annäherung an den Horizont zu, und am 22ten Tage unserer Beobachtung verschwand für uns die Sonne am westlichen Hori-

zont und wir mußten uns mit dem Lichte der bis zur Hälfte beleuchteten Erdscheibe (Erstes Viertel der Erde) begnügen. Während der folgenden 7 1/2 Tage wuchs die halbe Erdscheibe zur vollen an und ersetzte so täglich mehr den Mangel der Sonne und am 30ten Tage hatten wir Vollerde und den Anfang eines neuen Kreislaufes der so eben erwähnten Erscheinungen.

Aus diesen Beobachtungen geht hervor, daß auf dem Monde ein 14 3/4 tägiger Tag mit einer eben so langen Nacht wechselt und daß die Erde uns auf dem Monde in denselben Lichtphasen erscheint, wie der Mond auf der Erde, diese Phasen sich jedoch, wenn man jeden dieser Himmelskörper vom andern aus betrachtet, gegenseitig ergänzen. Haben wir Neumond, so haben die Seleniten Vollerde; und wenn sie Neuerde, haben wir Vollmond. Unser erstes Mondsviertel tritt für die Seleniten zur Zeit ihres letzten Erdviertels ein, und so umgekehrt unser letztes Mondsviertel, wenn deren erstes Erdviertel. Dabei geht aber für die Mehrzahl der Seleniten die Erde nicht wie uns der Mond täglich am Horizonte auf und unter, sondern bleibt für die Bewohner eines Ortes nahe an derselben Stelle des Himmels. Und zwar sehen die, welche in der Mitte der uns zugekehrten Scheibe wohnen, die Erde immer in ihrem Scheitel, die am Rande dieser Scheibe wohnen, am Horizont und die zwischen dem Rande und der Mitte wohnen, sehen sie in gleicher Höhe über dem Horizont, und zwar um so höher, je näher ihr Wohnort am Mittelpunkt der Scheibe liegt. Die Sonne aber und die Sterne gehen den Seleniten im Osten auf, im Westen unter, und da dieß innerhalb 29 1/2 Tagen nur einmal geschieht, so kann es nicht anders seyn, als daß sich diese Himmelskörper sehr langsam bewegen und die Sonne zu ihrem Auf- oder Untergang, nicht wie bei uns 2 1/4 Minuten, sondern wenigsten 1 Stunde 8 Minuten braucht.

Ohne diese Langsamkeit des Sonnen Auf- und Untergangs würden bei dem gänzlichen Mangel einer strahlenbrechenden und

reflektirenden Atmosphäre der Tag mit Blitzesschnelle ohne vorhergehende Dämmerung anbrechen und eben so schnell die dunkelste Nacht eintreten. So aber wird es bei Tagesanbruch allmählig heller und entsteht eine allmählige Abnahme des Tages, obwohl dennoch der Eintritt der Nacht beim Verschwinden des letzten Sonnenrandes ganz plötzlich geschieht. Die Tage selbst sind auf dem Monde wegen der geringen Neigung seiner Achse gegen die Ebene der Ekliptik wenig verschieden, gerade so wie die Mittagshöhen der Sonne für einen gegebenen Ort, und deßhalb findet ein sehr geringer Wechsel der Jahreszeiten auf ihm Statt. Die Aequatorsbewohner haben stets Sommer, indem die Sonne höchstens um das Dreifache ihres Durchmessers sich von ihrem Scheitel entfernt befinden kann, die Polbewohner dagegen stets Winter. Für diese kann die Sonne nie tiefer als $1^1/_2{}^0$ unter den Horizont hinabsinken, da aber schon eine Erhebung von nur 1830 Fuß über die Oberfläche der kleinen Mondkugel hinreicht, einen um $1^1/_2{}^0$ tiefer liegenden Horizont zu gewinnen, in der Nähe der Pole sich aber gerade hohe Berge befinden, am Nordpole Gipfel von 9000, am Südpole sogar von mehr als 20000 Fuß Erhebung über das Niveau des Fußes, so erglänzen diese höheren Bergspitzen buchstäblich im ewigen Lichte und erfreuen sich stets des Anblicks der Sonne. Schon durch ein gewöhnliches Handfernrohr ist man in den Stand gesetzt, diese Höhen als strahlende Lichtinseln namentlich bei sichelförmiger Gestalt des Mondes mit aller Deutlichkeit wahrzunehmen, besonders schön und zahlreich am südlichen Horne.

Als Vollerde erscheint unsere Erde mit einer 14mal größeren Fläche, als unser Vollmond, und daher ist wohl auch das Licht, welches der Mond von der Erde erhält, viel stärker als das, welches wir von ihm bekommen. Hieraus erklärt sich wohl auch das aschgraue Licht, in welchem wir den Mond zur Zeit, wann er neu ist, erblicken, welches vornehmlich stark im Herbste Morgens sich zeigt, weniger stark im Frühlinge Abends. Im ersteren

Falle stehen nämlich dem Monde die Landschaften Asiens und des östlichen Afrikas, im letzteren der Atlandische Ocean und einzelne Theile Amerikas gegenüber, und aus der Naturbeschaffenheit dieser Gegenden ist leicht ersichtlich, daß die ersteren das Sonnenlicht lebhafter zurückwerfen als die letzteren.

Innerhalb 24 Stunden 50 Minuten wendet die Erde den Seleniten alle Theile und Seiten ihrer Oberfläche zu. Wahrscheinlich entdecken sie auch schon mit bloßen Augen in der erleuchteten Scheibe helle und dunkle Stellen, als welche sich das Festland und die Gewässer unserer Erde sich ihnen darstellen, was sie aber bei aller Unbekanntschaft mit dem Flüssigen nimmermehr also zu deuten vermöchten; dem bewaffneten Auge mag aber auch nicht die abgeplattete, am Rande ausgezackte Gestalt unserer Erde entgehen, so wie die ihnen unbekannten Formationen unserer gewaltigen Gebirgsketten und Längenthäler. Dasselbe wird mit dem Wechsel der Jahreszeiten der Fall seyn, der an der Aenderung der Lokalfarbe der Erdscheibe sich kund geben wird, andere Naturrevolutionen, wir Städtebau, Gründung von Kanälen u. s. w. werden weniger bemerkt werden, dagegen sehr deutlich die meteorischen Veränderungen, Wolken und Nebel. Die bedeutende Größe, von welcher die Erde im Monde gesehen wird, verursacht auch, daß die Mondbewohner viel größere Sonnenfinsternisse als wir haben. Diese treten für die ganze uns zugekehrte Mondhälfte total ein, wenn wir eine totale Mondsfinsterniß haben; ist letztere aber bei uns nur partial, so ereignet sich doch für alle beschatteten Theile des Mondes eine totale, für die übrigen Theile eine partiale Sonnenfinsterniß. Erdfinsternisse zeigen sich im Monde nur, wenn irgend eine Erdgegend eine totale Sonnenfinsterniß erblickt, was nicht oft geschieht wegen des unbedeutenden Schattenkegels, den der Mond wirft und der die Erde entweder gar nicht, oder nur mit der Spitze trifft.

Denken wir uns schließlich noch auf die von uns abgewendete Mondhälfte versetzt, so finden wir daselbst den Tag gleichfalls ge-

gen $14^3/_4$ Stunden lang, und eben so lange die Nacht, diese aber von einer Dunkelheit, wie wohl nirgends im Planetensysteme, da kein größerer leuchtender Körper am Firmamente erscheint als Fixsterne und Planeten, die dort ungeschwächt glänzen. Von unserer Erde sehen alle Bewohner der jenseitigen Mondhälfte nicht die mindeste Spur, und wollen sie sich den Genuß einer erdhellen Nacht verschaffen, so haben sie in die diesseitige herüber zu wandern, wo sie innerhalb 14 Tagen den ganzen Wechsel der Erdphasen kennen lernen.

Von dieser Betrachtung der Haupterscheinungen, die sich einem Beobachter im Monde darstellen, wenden wir uns zum Monde selbst wieder und fragen nach dem Einfluß und den Einwirkungen, die er auf unsere Erde auszuüben im Stande ist. Von seiner Körperlichkeit und dichten Masse gibt er uns lautes Zeugniß durch eine Wirkung, die wir nun näher betrachten wollen.

Jedes Massetheilchen, so lautet das große Weltengesetz, zieht jedes andere mit einer Kraft an, die im geraden Verhältniß zur Masse des anziehenden Theilchens und im umgekehrten Verhältniß der Quadrate der Entfernungen beider steht, d. h. wenn ein Körper doppelt so viel Masse hat als ein anderer, so übt er auch eine doppelt so große Anziehungskraft auf einen dritten aus; wenn er aber von letzterem dreimal weiter entfernt ist als der andere, so wird seine Anziehungskraft dadurch 3 mal 3 = 9 mal geringer, so daß er in Bezug des andern, dessen Kraft wir 1 setzen wollen, nur mit $^2/_9$ dieser zu wirken vermag.

Hat nun der Mond eine beträchtliche Masse, so wird er bei seiner keineswegs allzu großen Entfernung von der Erde immer noch im Stande seyn, Wirkungen nicht nur überhaupt auf sie zu äußern, sondern diese auch mit seiner größeren Nähe an einzelnen Theilen der Erdoberfläche verstärken. Diese erkennen wir nun in dem alle 6 Stunden regelmäßig abwechselnden Sinken und Anschwellen der Gewässer des Meeres, der sogenannten Ebbe und Fluth. Von seinem tiefsten Stande erhebt sich das Was-

ser allmählig 6 Stunden lang, bedeckt Sandbänke und Klippen, überschwemmt die Küsten und dringt in die Mündungen der Flüsse, bis es seinen höchsten Stand erreicht hat. Diese 6 Stunden heißt man die Zeit der Fluth und den höchsten Stand das Hochmeer. Allein bald bemerkt man eine Abnahme der größten Wasserhöhe, an den Flüssen und den Küsten ein allmähliges Zurücktreten des Wassers, welche Erscheinungen 6 Stunden währen, wo das Wasser nach dem höchsten Stand seinen tiefsten erreicht hat. Diese Zeit wird die Zeit der Ebbe, die Abnahme selbst die Ebbe genannt. Einige Zeit nachher fängt das Steigen des Wassers wieder an und wechselt so regelmäßig mit der Ebbe fort.

Schon Pytheas in Massilien (330 v. Chr.) erkannte den Mond für die Ursache der Ebbe und Fluth, weil er sah, daß das Hochmeer für jeden Ort nur dann eintritt, wenn der Mond entweder durch die obere oder untere Hälfte des Meridians desselben gegangen ist, daher die Erscheinung von Tag zu Tag um c. 50 Minuten später sich ereignet, um welche Zeit der Mond wegen der östlichen Entfernung von der Sonne täglich auch später in den Meridian des Ortes tritt. Der Mond geht wohl täglich c. 50 Minuten später durch den Meridian jedes Orts, als Tags zuvor, nicht aber erfolgt auch sein täglicher Aufgang um gleiche Zeit später. Dieß ist nach der Lage des Orts auf der Erde und der Stellung des Monds in der Ekliptik verschieden. Es kann sich treffen, daß der Mond morgen nur 10 Minuten später aufgeht als heute, aber auch $1^3/_4$ Stunden. Ja es gibt Orte auf der Erde, welchen er zuweilen am folgenden Tage früher aufgeht, als am vorhergehenden. Wie aber der Mond hier wirke, das vermochte man lange nicht zu erklären und war deßhalb mehr geneigt, Ebbe und Fluth mit den Pulsschlägen des lebenden Körpers, deren Zwischenzeit und Stärke Veränderungen erfährt, zu vergleichen und sie als ein Zeichen eines Lebens unserer Erde anzusehen. Erst Newton bewies, daß die Erscheinung aus dem Gehorsam hervor geht, welchen alles Körperliche, also auch das

Flüssige auf der Erde derselben Kraft leisten muß, welche die Himmelskörper in ihren Bahnen, so wie die Pendeluhren in ihrem Gange erhält, der Attractionskraft.

Steht nämlich der Mond senkrecht über einer Stelle a des Oceans im Aequator acbd unserer Erde, so steht diese Stelle ihm nicht nur näher als der Erdkörper E überhaupt, sondern auch näher als die mehr seitwärts gelegenen Theile des Oceans. Er zieht demnach diese senkrecht unter ihm befindliche Wassermasse mehr an, als die ganze Erde, und da der Wasserkörper der leichten Verschiebbarkeit seiner Theile wegen seine Form leicht ändern kann, so zeigt sich senkrecht unter dem anziehenden Monde eine Erhebung des Wassers (Fluthwelle), nicht aber durch Emporsteigen, sondern durch Herbeiströmen von allen Seiten. Dieselbe Fluthwelle muß sich aber auch auf der dem Punkte a diametral gegenüber liegenden Stelle b des Oceans, auf der entgegengesetzten Seite der Erde bilden, wo offenbar die Anziehung des Mondes geringer wirkt, als in E, und wo daher das Wasser hinter E zurück bleibt und sich weiter vom Mittelpunkt entfernt, d. h. sich erhebt. Es findet also in a und b zugleich dieses Erheben des Wassers (die Fluth) Statt, und da dasselbe nur im Herbeiströmen von allen Seiten seinen Grund hat, so muß dieses besonders für die Orte c und d auf der Oberfläche unserer Erde gelten, welche zwischen a und b in demselben Breitenkreise liegen, und der Breitenkreis, der durch die Punkte abcd geht, hat demnach die Form eines eingedrückten Kreises higk, wie die Fig. 37 ihn darstellt. Von beiden Orten c und d strömt das Wasser nach zwei Seiten hin ab, und sie haben demnach zu derselben Zeit die Erscheinung der Ebbe, wenn die Orte a und b die der Fluth haben. Das Viertel der Erdoberfläche, welches Fluth hat, enthält nahe an 100 Cubikmeilen mehr Wasser, als jedes Ebbe besitzende Viertel, vorausgesetzt, daß die ganze Erdoberfläche vom Meere bedeckt sey.

Stellen wir uns nun vor, der Mond bewege sich scheinbar in c. 24 Stunden um unsere Erde, so wird er nach 6 Stunden von a aus nach c gelangt seyn, und die Orte c und d haben Fluth, während die Orte a und b Ebbe haben, und es ist leicht ersichtlich, daß alle in dem Erdäquator liegenden Orte der Reihe nach von 6 zu 6 Stunden die eine und die andere Erscheinung bei sich werden eintreten sehen.

Gilt dieß besonders für alle Orte der Erde, denen der Mond wirklich in's Zenith kommt, oder doch demselben nahe, was also die Aequatorialgegenden oder die heiße Zone trifft, so hat es seine Geltung doch auch mehr oder weniger bei denen, welche von diesen Punkten nicht gar ferne stehen. Zwischen den Wendezirkeln sind allerdings die Fluthen am höchsten und nehmen allmählig gegen den Nord- und Südpol hin ab, finden aber selbst noch an Orten Statt, die selbst 65° vom Aequator abliegen. Auf geringe Wasserflächen, wie z. B. kleine Seen, übt der Mond keine merkbare Anziehung aus, da bei ihnen in der Entfernung der einzelnen Wassertheilchen zu wenig Unterschied Statt findet, als daß der Mond auf die einen stärker wirken könnte, als auf die andern, und dasselbe gibt auch für Binnenmeere, wie z. B. die Ostsee und das kaspische Meer. Die Ostsee zeigt keine Spur von Ebbe und Fluth, wahrscheinlich deßhalb, weil die Oeffnungen (Belte, Sund), durch welche sie mit dem Weltmeere in Verbindung steht, zu enge sind, daß sie in so kurzer Zeit nicht eine hinreichende Menge von Wasser aufnehmen kann, um dadurch ihr Niveau merklich zu erhöhen. Aus gleichem Grunde beträgt auch die Fluthhöhe des mittelländischen Meers nur 1 Fuß und schon die des Adriatischen ist größer.

Die Höhe der Fluth nimmt aber auch nicht in dem Maaße ab, als die Orte vom Aequator entfernt liegen. Sie hängt von so vielen besonderen örtlichen Umständen: von der größeren oder geringeren Tiefe der Meere, von der Lage der Küsten, welche oft die Fluth aufhalten und sie zwingen, höher zu steigen u. s. w.

ab, daß sich hierüber gar kein allgemeines Gesetz aufstellen läßt. So erreicht die größte Fluth, Springfluth genannt, zu Brest höchstens eine Höhe von 23 Fuß, während sie zu St. Malo, das mit Brest an derselben Küste liegt, nicht selten bis zu 45 Fuß und darüber steigt. Auf der Insel St. Helena beträgt die Höhe der Springfluth höchstens 3, in der Mitte der Südsee gar nur einen Fuß, so wie überhaupt auf offenem Meere oder in der Nähe kleiner Inseln, die der Bewegung der Fluth kein bedeutendes Hinderniß entgegen setzen, ihr Steigen wenig beträchtlich ist.

Was nun die Zeit betrifft, zu welcher für einen bestimmten Ort die Springfluth täglich einzutreten hat, so sollte man nach den Gesetzen der Mechanik glauben, daß, wie wir auch weiter oben anführten, dieß der Fall sey, wenn der Mond sich genau im Zenith oder, wo solches nicht möglich, wenigstens im Meridiane desselben sich befindet. Allein es verhält sich hiemit gerade so, wie mit allen Kräften, welche eine Zeit lang zu wirken fortfahren, wo die größte Wirkung gerade nicht im Momente der größten Kraftäußerung erfolgt, sondern erst etwas später, nachdem die kleineren Wirkungen sich mehr angehäuft haben. Durch die Drehung der Erde um ihre Achse kommen die höchsten Punkte des Wassers bekanntlich aus ihrer Lage unter dem Monde und bewegen sich in der Richtung der Erdumdrehung; aber das Wasser folgt der erhaltenen Anziehung nach und steigt höher, obgleich es sich nicht mehr gerade unter dem Monde befindet. Ja selbst wenn die Anziehung des Mondes, nachdem er durch den Meridian gegangen, ganz aufhörte, würde die aufsteigende Bewegung der Gewässer noch einige Zeit Statt finden, was demnach um so mehr der Fall seyn muß, wenn diese Anziehung nur vermindert wird. Und deßhalb tritt die höchste Fluth für einen beliebigen Ort erst 2 bis 3 Stunden nach der Culmination des Mondes im Meridiane desselben ein, gleichwie die größte Hitze eines Tages sich erst einige Stunden nach Mittag und die größte des Jahres meist erst mehrere Wochen nach der Sonnenwende einstellt. Denn wenn

gleich der tägliche Zuwachs der Kraft, mit welcher die Sonne auf unsere Erde wirkt, vom Tage der Sonnenwende an nach und nach geringer wird, so ist doch dieser Zuwachs groß genug, um die Wärme und ihre Erfolge zu steigern.

Schließlich ist noch in Bezug auf die Größe und das Eintreten der höchsten Fluth zu bemerken, daß auch die Sonne eine ähnliche Wirkung wie der Mond, jedoch nur eine bei weitem geringere, auf die senkrecht unter ihr befindliche Wassermasse ausübt, deren Bedeutsamkeit aber erst dann recht merkbar für uns wird, wenn die Sonne mit dem Mond vereint, was zur Zeit des Voll- und Neumondes geschieht, auf die Erde wirkt. Daher sind die Fluthhöhen zur Zeit des Neu- und Vollmondes größer, als zu den anderen Zeiten, und erreichen eine ungewöhnliche Höhe, wenn die Erde in der Sonnennähe, der Mond in der Erdnähe sich befindet und diese Zeitpunkte mit Neu- oder Vollmond zusammen treffen. Aber erst anderthalb Tage nach den Syzygien tritt die größte Springfluth ein, so daß, wenn eine Springfluth genau mit einer Syzygie zusammen fällt, erst die dritte ihr folgende die größte ist. In den Quadraturen, wo die Sonne den Orten der Erde im Meridiane steht, welche gerade Ebbe haben, wirken Mond und Sonne nicht vereint, sondern einander entgegen, und es finden deßhalb zu diesen Zeiten die kleinsten Fluthen (Nipfluthen) Statt, und zwar ist wiederum die dritte die kleinste, welche auf jene folgt, die mit der Quadratur zusammentraf.

Unter Hafenzeit versteht man die tägliche Angabe der Verspätung der Fluth in Bezug auf den Meridiandurchgang des Mondes für einen bestimmten Ort. Für den Schiffer ist diese sowohl, als auch die Kenntniß der Stärke der Ebbe und Fluth an den Küsten und Häfen eben so nothwendig, als die Kenntniß der Gestirne, seiner Führer auf dem hohen Meere. Denn nicht selten bietet mancher Kanal dem Schiffer zur Zeit der Fluth eine bequeme Straße dar, die ihm während der Ebbe höchst verderblich seyn würde.

Wir bemerkten oben, daß die Wirkung der Sonne auf die unter ihr befindliche Wassermasse bedeutend geringer, etwa dritthalb mal geringer als die des Mondes ist. Das scheint Anfangs wunderbar, wenn man daran denkt, daß die Sonne unsere Erde im Allgemeinen doch viel stärker, etwa mit 160 mal mehr Kraft anzieht, als der Mond. Allein man bedenke nur, daß die Kraft der Sonne nicht selbst, sondern nur ihr Unterschied am Mittelpunkt und an der Oberfläche der Erde zur Hervorbringung dieser Erscheinung verwendet wird. Die Kraft selbst findet ihre Anwendung in der Bewegung der Erde um die Sonne, und da die Sonne von der Erde 20 Millionen Meilen entfernt ist, von welcher Entfernung der Durchmesser der Erde fast der 12000te Theil, so ist es auch nur der 12000te Theil dieser Kraft, mit welcher die Sonne auf den unter ihr senkrecht befindlichen Punkt der Erdoberfläche stärker wirkt, als auf den diesem Punkte entgegengesetzten der Erdkugel. Der Mond ist nur 50000 Meilen von der Erde entfernt; in Betracht dieser Entfernung ist der 1719 Meilen lange Durchmesser der Erde keine unbeträchtliche Größe.

So viel von des Mondes größter Einwirkung und größtem Einfluß auf unsere Erde. Ob er nicht auf das Luftmeer unserer Erde eine gleiche Wirkung ausübt, wie auf das eigentliche Meer, und so als atmosphärischer Wettermacher intriguirt, darüber ist er schon vielfältigt verhört worden, mußte aber bisher immer von der Instanz entbunden werden. Die Ebbe und Fluth in der Atmosphäre nämlich, in so ferne sie von ihm verursacht würde, hat den Barometer-Beobachtungen zufolge einen kaum erkennbaren Werth und die von einigen Beobachtern gefundenen Resultate: daß es häufiger während der Periode des zunehmenden, als des abnehmenden Mondes regne, und zwar im Verhältniß von 5 : 6, dann, daß es zwischen dem ersten Viertel und dem Vollmonde häufiger, zwischen dem letzten Viertel und dem Neumonde dagegen seltener regne, als in allen anderen Epochen des Mondmonats, bedürfen noch größerer Bestätigung. Deßhalb ruht jedoch die Sache

nicht und es wird fortwährend von zahlreichen Barometermännern fort instruirt. Auch die Thermometermänner machten sich an ihn, erkannten aber bald durch die feinsten Versuche, die sie anstellten, daß das Mondlicht nicht die geringsten Wärmeeigenschaften besitze. Seine chemische Wirkung dagegen ist nicht gänzlich Null, denn es ist Arago und Daguerre neuerer Zeit gelungen, durch Einwirkung des Mondscheins auf Chlorsilber einen bleibenden weißen Fleck von der Form des Mondes zu erzeugen. Wollte man freilich die Beobachtung Plutarchs, das Mondlicht befördere die Fäulniß thierischer Substanzen, mit dieser chemischen Wirkung in Verbindung bringen, so würde man zu weit gehen. Diese läßt sich vielmehr also erklären: in einer heiteren Mondnacht strahlen alle Gegenstände mehr Wärme aus als bei dunkelm, bedecktem Himmel; dasselbe geschieht vom unbedeckten Fleisch, welches durch diese größere Abkühlung die in der Luft befindlichen Wasserdünste an sich niederschlagend macht, und so viel Feuchtigkeit aufnimmt, die bekanntlich die Zerstörung thierischer Substanzen befördert. Aus ersterer Ursache, der Beförderung der Wärmeausstrahlung der Körper durch das Licht des Vollmondes, kommt es auch her, daß der Vollmond, besonders aber der Ostervollmond, in Frankreich allgemein in dem Ruf eines Kältebringers und Pflanzenverderbers steht. Um seinen schädlichen Wirkungen zu begegnen, braucht man die Pflanzen bloß seinem Lichte zu entziehen, als ob solches chemisch wirkte, und erreicht dadurch, daß sie ihre Wärme nicht ausstrahlen und in ihrem normalen Zustande verbleiben.

Ueberhaupt aber ist der lunarische Einfluß auf das Pflanzenleben nicht zu verkennen. Sorgfältige Beobachtungen ergaben, daß die aufwärts steigende Kraft des Saftes während der ersten Hälfte jeder Lunation bei weitem größer ist, als in der zweiten. Darum ist das kurz vor dem Vollmonde geschlagene Holz schwammigter, und daher auch den Angriffen der Würmer mehr ausgesetzt, darum trocknet es auch schwerer und bekommt schon bei unbedeutenden Aenderungen

der Temperatur Risse. Beim abnehmenden Monde, wo der Saft sich zurück zieht, ist das Holz gedrängt, haltbar und muß daher als Bauholz bessere Dienste leisten. Die unverhältnißmäßig raschere Vegetation der Tropenländer gestattet in dieser Beziehung noch viel größere Einwirkungen, als der Vegetationsprozeß der gemäßigten Zone. Und so gibt. z. B. auf Demerara der Walloba, ein dem Mahagoni ähnelnder Baum, zur Zeit des Neumondes gefällt, ein äußerst dauerhaftes Bauholz, wogegen derselbe Baum, in der Periode des Vollmonds geschlagen, regelmäßig schnell verfault. Eben so ist es mit den Pampusröhren, die man als Pfähle benützt. Die Einwirkung auf die schnellere Circulation des in den Pflanzen umlaufenden Saftes durch das Sonnenlicht wird vom Mondlichte, so lange der Mond nicht voll geworden ist und sich also beim Sonnenuntergang über dem Horizonte befindet, fortgesetzt und längere Zeit noch erhalten, was nicht mehr der Fall seyn kann, wenn der Mond in der zweiten Hälfte der Lunation erst mehrere Stunden nach dem Untergang der Sonne über den Horizont heraufsteigt, während welcher ein Rücktritt der Säfte bereits Statt gefunden hat.

Aber nicht bloß auf das Pflanzen-, sondern auch auf das animalische Leben äußert der Mond, besonders in der heißen Zone, wo seine Strahlen mehr senkrecht als bei uns auffallen, großen Einfluß. Man berichtet, daß in Afrika junge, eben zur Welt gekommene Thiere an der Seite der Mutter sterben, wenn sie den Vollmondstrahlen ausgesetzt werden. Bei Vollmond zeigen sich dort häufig die Paroxismen der Wahnwitzigen, wie bei uns die Erscheinungen des Nachtwandelns, weßhalb auch zu der Zeit der Herrschaft der Alchimie, wo der menschliche Körper als eine Welt im Kleinen angesehen wurde, dem Gehirn der Mond als Analogor und Regulator zur Seite gestellt worden ist. An diesen Einfluß des Mondes auf die lebenden Wesen und deren Krankheiten glaubte schon Hippokrates, so daß er angelegentlichst empfahl, ja solchen Aerzten sich nicht anzuvertrauen, welche nichts von der

Astronomie verständen; noch mehr aber hielt es Gallen mit dem Monde, der die berühmten kritischen Tage, den siebenten, vierzehnten und ein und zwanzigsten, der Dauer der Hauptphasen unseres Satelliten zuschrieb, und so dessen Einfluß zum Grundpfeiler des Systems der Krisen machte. In neuerer Zeit ist man, wenigstens bei uns, gegen des Mondes Einfluß in der erwähnten Beziehung argwöhnischer geworden, und so erklärte der berühmte Astronom und Arzt Olbers entschieden, daß er während einer langen Praxis nie eine Spur lunarischen Einflusses wahrgenommen habe. Ob Olbers in diesem Urtheil nicht zu weit gegangen, möchten wir bezweifeln; Licht und Wärme sind unsere Lebensprinzipien, und kommt letzte nicht merkbar vom Monde, so kennt doch Jeder das wohlthuende Gefühl, welches das Licht des Mondes verursacht. Die Alten schrieben diesem Lichte auch noch andere Eigenschaften zu, unter anderen, daß es die Gesichtsfarbe schwärze (Bedenket: daß Sonn und heitre Nacht gar schwarz die Leute macht), daß es die wohlthätige Feuchtigkeit der Milchstraße versäure und die Keime der Früchte verderbe u. s. w. Was hievon zu halten sey, ist leicht zu urtheilen und wohl nicht schwerer fällt es uns bei folgenden Regeln, welche die Alten weiterhin aufstellten und der Beachtung empfahlen: Wenn der Weinstock im Vollmond blüht, so bekommt er volle Beeren. Wenn am dritten Tag des Mondes die Hörner der Sichel rein auslaufen, wird der Himmel das Monat hindurch heiter seyn. Wenn der Mond am vierten Tage keinen Schatten wirft, so erwartet man schlechtes Wetter. Wenn man fette Krebse essen will, so findet man sie im Vollmond u. s. w. Der Grund, daß diese im Vollmonde fetter seyn mögen, als im Neumonde, mag wohl darin liegen, daß während des wachsenden Mondes der Krebs Abends beim Mondlicht seiner Nahrung besser nachgehen kann, als während des abnehmenden, wo es nach Sonnenuntergang längere Zeit dunkel bleibt.

Dreizehnte Vorlesung.

Fortsetzung der Topographie des Planetensystems unserer Sonne.

Die oberen Planeten.

Der Mars.

Unter den sogenannten oberen Planeten versteht man alle diejenigen, welche weiter als unsere Erde von der Sonne entfernt sind und mit ihren Bahnen also die unserer Erde einschließen. Wir kennen bis jetzt deren acht, Mars, die vier Asteroiden: Vesta, Juno, Ceres, Pallas, ferner Jupiter, Saturn und Uranus, die wir nun der Reihe nach alle etwas näher kennen lernen wollen. Wir kommen zunächst zum Mars.

Dieser Planet zeigt sich als lebhaft glänzender Stern von feuerrothem Lichte, der nach Sonnenuntergang am Abendhimmel oder vor Sonnenaufgang am Morgenhimmel nur schwach und unbedeutend, dagegen um Mitternacht im Süden vier- und zuweilen selbst siebenmal größer erscheint. Seine Bahn, deren Neigung gegen die Ekliptik 1° 51′ 4″ beträgt, weicht bedeutend von der Kreisform ab, ist sehr stark in die Länge gezogen, woher es kommt, daß er uns selbst bis auf $7^3/_4$ Millionen Meilen nahe stehen, dagegen sich auch bis auf 55 Millionen Meilen von uns entfernen kann. Seine mittlere Entfernung von der Sonne beträgt 32 Millionen Meilen, und seinen Umlauf um letztere vollendet er in $686^1/_3$ Tagen mit einer Bogengeschwindigkeit von $3^1/_4$ Meile in einer Sekunde.

So leicht seine Größe zu bestimmen ist, die, da sein wahrer Durchmesser 892 geogr. Meilen mißt, ohngefähr den siebenten Theil unserer Erde ausmacht, so schwierig ist es, seine Masse und daraus seine Dichtkeit zu ermitteln. Denn da er keinen Trabanten hat, aus dessen Be-

wegung man auf seine Masse schließen könnte, so ist man genöthigt, seinen schwachen Einfluß auf die Erde zu berücksichtigen, der in kleinen Störungen ihres Laufes besteht. Darnach berechnet sich seine Masse auf ungefähr den achten Theil der Erdmasse und seine Dichtigkeit auf c. 19/20 von der der Erde, so daß Mars nahe so dicht wie Magneteisenstein ist, und die Schwerkraft und die Fallhöhe auf ihm gerade halb so groß als bei uns ist.

Durch Fernröhre betrachtet zeigt der Mars mancherlei Flecken, durch deren Bewegung man die Dauer seiner Achsendrehung kennen lernte, die etwas größer als die unserer Erde ist, nämlich 24 Stunden 37 Minuten. Sehr auffallend sind dabei zwei weiße, sehr stark glänzende Flecken, nahe den beiden Polen, welche abwechselnd größer und kleiner werden, je nachdem der betreffende Pol sich seinem Winter oder Sommer nähert. Man ist geneigt, diese weißen Flecken für Schnee und Eis zu halten und ihr Kleinerwerden der Einwirkung der Sonnenstrahlen zuzuschreiben, welche wohl nur die latente Wärme der Körper, die sie treffen, entwickeln, und zu deren Entwicklung die Oberfläche des Mars geschickter zu seyn scheint, als die unserer Erde. Aus dieser Annahme eines unserem Schnee gleichen Winterniederschlags auf dem Mars folgt von selbst, daß wir uns denselben mit einer Atmosphäre umgeben denken müssen, aus welcher dieser Niederschlag erfolgt. Das wirkliche Vorhandenseyn einer solchen erkennen wir aber daraus, daß die auf der Marskugel befindlichen übrigen Flecken nur dann ziemlich deutlich erscheinen, wenn sie in den mittleren Gegenden] der Scheibe stehen, daß sie aber unkenntlich werden oder ganz verschwinden, wenn sie sich dem Rande nähern. Unter den dunkeln Flecken selbst haben wir uns Wasser oder Wald zu denken, welche beide das Sonnenlicht einsaugen und nicht so lebhaft zurückwerfen, als das höher liegende Festland. Könnten wir die Erde aus großer Ferne betrachten, so würden die Meere, die Urwälder, die Sumpfstrecken, verglichen mit den Sandwüsten,

Gebirgen, angebauten Gegenden u. s. w. ähnliche Contraste der Färbung erzeugen.

Durch das Fernrohr erfahren wir ferner vom Mars, daß er zuweilen nicht als vollkommen runde Scheibe, sondern ohngefähr in der Gestalt erscheint, welche der Mond etwa 4 Tage vor oder nach dem Vollmond hat, so daß ihm eine kleine Sichel bald auf der einen, bald auf der anderen Seite zur vollständigen Beleuchtung der ganzen Scheibe noch fehlt. Durch eine einfache Zeichnung läßt sich darthun, daß dem also seyn muß in der Voraussetzung, daß Mars gleichwie unsere Erde sein Licht von der Sonne bekomme, die er freilich nur halb so groß als wir sieht.

Die Asteroiden.

Diese Benennung gab Herschel den vier, zwischen Mars und Jupiter zu Anfang des laufenden Jahrhunderts entdeckten, planetarischen Welten: Vesta, Juno, Ceres und Pallas, um damit eine ganz eigene Classe von Himmelskörpern zu bezeichnen, die wegen ihrer unbedeutenden Größe, der so großen Neigung ihrer Bahnen gegen die Bahnen der Planeten, wegen der Verschränkung und Nähe ihrer Bahnen, dann wegen des Unsicheren ihrer Atmosphären und doch der bedeutenden Lichtstärke bei so kleinen Durchmessern von den übrigen Planeten sich wesentlich unterscheiden. Allein diese Unterschiede finden eine genügende Erklärung in der Annahme, daß die Asteroiden wahrscheinlich nur die Stelle eines größeren Planeten vertreten, dessen beträchtlichste Ueberreste wir in ihren kleinen Massen von jener Katastrophe her, die nach Olbers ohngefähr vor 6000 Jahren Statt fand, erkennen. Wir haben es in ihnen mit den dichtesten Trümmern von keineswegs sphärischer Gestalt zu thun, welche das Licht stark zu reflectiren geeignet sind, uns jedoch dasselbe auch theilweise entziehen, wenn sie uns ihre Ecken zukehren, und wir beharren um so fester auf unserer Annahme, als neuerer Zeit nachgewiesen wurde, daß alle

ihre Bahnen durch denselben Punkt des Himmels gehen, wie es in der Voraussetzung, daß sie Trümmer eines durch irgend eine Kraft zerborstenen Planeten sind, nach den Gesetzen der Mechanik der Fall seyn muß. Diesen zufolge muß dann jeder Theil eines zersprengten Planeten eine solche Bahn umschreiben, daß er durch den Punkt geht, in welchem die Explosion sich ereignete. Bleibt ja doch kein Körper in unverändertem Zustande! Wie sich die Natur auf unserer Erde fort und fort verjüngt und erneuert, so kann sie es auch in den Gebilden des Himmels, und Welten können sich auflösen und umgestalten, so bald sie nach dem Plane des Schöpfers ihre Bestimmung erreicht haben.

Schon im Jahre 1772 äußerte sich der Berliner Astronom Bode, daß der Zwischenraum zwischen den Bahnen des Mars und des Jupiters verhältnißmäßig zu groß sey, und daß sich eine regelmäßige Progression vom Merkur aus verfolgen lasse, in welcher jeder Planet etwa doppelt so weit von seinem Vorgänger abstehe, als dieser von dem seinigen, wenn man in einem Abstand von c. 56 Millionen Meilen einen Planeten sich bewegen denke. Merkurs Entfernung von der Sonne beträgt 8 Millionen Meilen, der Venus 8 + 6 = 14, der Erde 8 + 12 = 20, des Mars 8 + 24 = 32, des unbekannten Planeten 8 + 48 = 56, des Jupiters 8 + 96 = 104, des Saturn 8 + 192 = 200. Die Entfernung eines noch entfernter kreisenden Mitglieds unseres Planetensystems würde dieser gesetzmäßigen Reihe zufolge 8 + 384 = 392 Meilen betragen, und siehe da, der vom Herschel 1781 entdeckte Planet Uranus befindet sich wirklich in diesem Abstand von der Sonne und bestätigte die Wahrheit der angegebenen gesetzmäßigen Reihe, die man Bezugs der Entfernungen der Planeten von der Sonne gefunden hatte. Mit um so größerer Zuversicht des Auffindens eines Planeten zwischen Mars und Jupiter giengen nun die Astronomen an die Durchsuchung des Himmels. Daß der Planet nicht von auffallender Größe seyn konnte, das wußten sie im Voraus, denn sonst würde er ihren Beobachtungen

nicht entgangen seyn; man mußte gegen die kleineren Sterne des Zodiakus als Fixsterne Argwohn schöpfen und nachsehen, ob sie ihre Stellung gegen die anderen nicht änderten.

Auf diese Weise gelang es dem Astronomen Piazzi in Palermo, einem gebornen Deutschen, aus Veltin in der Schweiz gebürtig, am 1. Januar 1801 im Sternbilde des Widders einen kleinen Stern zu entdecken, der seinen Ort gegen die übrigen merklich änderte und folglich unserem Planetensystem angehören mußte. Daß dem wirklich also sey, bestätigten bald die Beobachtungen und Berechnungen mehrerer anderer Astronomen, welchen Piazzi seine Entdeckung mitgetheilt hatte, und so war denn der zwischen Mars und Jupiter vermißte Planet glücklicher Weise aufgefunden und ihm von seinem Entdecker der Name Ceres beigegeben.

Ceres ist ein Planet von äußerst kleinem Durchmesser, dessen Größe nicht einmal annähernd zu bestimmen ist. Als teleskopischer Stern der 7ten bis 9ten Größe bewegt sie sich in einer mittleren Entfernung von nahe 57 Millionen Meilen in 4 Jahren 223 Tagen um die Sonne in einer gegen die Ekliptik um 10° 36′ geneigten und so bedeutend excentrischen Bahn, daß ihr Abstand von der Sonne zwischen $52\frac{1}{2}$ und $61\frac{1}{2}$ Millionen Meilen, und von der Erde zwischen 32 und 82 Millionen Meilen schwankt. Von der Sonne wird sie durchschnittlich $7\frac{2}{3}$ mal schwächer erleuchtet als die Erde — das ist Alles, was wir von ihr wissen.

Kaum war der Jahrestag der Entdeckung der Ceres einmal vorüber, so entdeckte abermals ein Deutscher, Dr. Olbers in Bremen, am 28. März 1802 im nördlichen Flügel der Jungfrau einen zweiten Planeten, Pallas genannt, welcher gleichfalls nur mit bewaffnetem Auge gesehen werden kann und mit Ceres fast in gleicher Entfernung und in derselben Zeit um die Sonne kreiset. Ihre Entfernung von der Sonne beträgt nämlich im Mittel gleichfalls 57 Millionen Meilen und ihre Umlaufszeit 4 Jahre 225 Tage, während welcher sie wegen der großen Excentricität ihrer Bahn bald nur 43, bald aber selbst 71 Millionen Meilen von der

Sonne entfernt sich befindet. In Beziehung auf unsere Erde schwanken die Distanzen zwischen 24 und 91 Millionen Meilen. Die Neigung ihrer Bahn gegen die Ekliptik ist bei weitem die größte unter den planetarischen, indem sie nicht weniger als 34° 35′ beträgt, so daß Pallas weit über die Grenzen des 20° breiten Gürtels des Thierkreises hinausschweift, was man früher bloß von den Kometen zu sehen gewohnt war. In neuester Zeit versuchte man durch die Macht des Fernrohrs die Größe der Pallas zu bestimmen und Lamont in München glaubt ihren wahren Durchmesser 145 geogr. Meilen groß gefunden zu haben, unter welcher Voraussetzung sie 1670mal kleiner als unsere Erde, oder etwa 34mal kleiner als unser Mond wäre. Setzen wir ihre Dichtigkeit der der Erde gleich, so ist die Schwerkraft auf der Pallasoberfläche doch 12mal geringer als bei uns, und 100 Pfd. sind auf ihr nur 8$^1/_3$ Pfd., die Körper fallen auf ihr in der ersten Sekunde nur 1$^1/_4$ Fuß.

Schon zwei Jahre nach der Entdeckung der Pallas sollte es abermals einem Deutschen, Harding in Lilienthal bei Bremen, glücken, einen dritten neuen Planeten im Bande der Fische zu erblicken, welcher mit Ceres und Pallas in fast gleich großer Entfernung um die Sonne sich bewegt. Er erhielt den Namen Juno. Ihre mittlere Entfernung von der Sonne beträgt 55 Millionen Meilen, ihre kleinste 41 und ihre größte 69 Millionen Meilen in Folge der Excentricität ihrer Bahn, welche größer als bei allen übrigen Planeten ist. In Beziehung auf die Erde sind diese Größen 21 und 90 Millionen Meilen. Sie vollendet ihre Bahn, die unter einem Winkel von 13° 2′ gegen die Ekliptik geneigt ist, in 4 Jahren 132 Tagen, in welcher Zeit sie abwechselnd 3$^3/_4$ und 11mal schwächer von der Sonne beschienen wird, als unsere Erde. Dabei zeigt sie sich in sanftem, weißem Lichte, das einigen Veränderungen unterworfen ist, die nicht vom Abstande herrühren, sondern daher, daß Juno kein sphärischer Körper, sondern

ein irregulärer ist, der uns bald einen größeren, bald einen kleineren Theil seiner Oberfläche zukehrt.

Den vierten und kleinsten Planetoiden zwischen Mars und Jupiter, die Vesta, fand Olbers am 29. März 1807 im nördlichen Flügel der Jungfrau, allwo er ihn in Folge seiner scharfsinnigen theoretischen Combinationen über die Lage der in einander geschlungenen Bahnen der neuern Planeten gesucht und wo er fünf Jahre zuvor die Pallas entdeckt hatte. Ihre mittlere Entfernung von der Sonne beträgt 49 Millionen Meilen, ihre kleinste 44 1/2, ihre größte 53 1/2 Millionen Meilen; von der Erde ist sie zuweilen nur 23, zuweilen aber auch 74 Millionen Meilen entfernt. Sie legt ihre um 7° 7′ gegen die Ekliptik geneigte Bahn in 3 Jahren 229 Tagen zurück, wobei sie in der Sonnennähe 4 3/4 mal, in der Sonnenferne 6 2/3 mal schwächer beleuchtet wird als unsere Erde. Dennoch und trotz ihrer geringen Größe, die man nur als den 500sten Theil der Mondkugel bestimmt, glänzt sie mit einem Lichte, welches das der anderen Planeten an Glanz weit hinter sich läßt und des Scintillirens wegen dem der Fixsterne gleich kommt, so daß es Schröter als ein ihr selbstständiges, aus ihr sich entwickelndes, sonnenartiges betrachtet wissen wollte. Unserer Hypothese zu folge würden wir diese Erscheinung in der äusserst dichten, metallartigen Materie begründet sehen, von welcher wir uns die Vesta als ein Stück des geborstenen Planeten zu denken geneigt sind.

Der Jupiter.

Der Reihenfolge nach als der neunte und zugleich der colossalste aller Planeten kreist Jupiter um die Sonne und umschließt die Bahnen aller bisher gekannten. Wem sollte nicht der große, mit gelblichtem Lichte glänzende Stern erster Größe bei der Betrachtung des Himmels, als welcher er dort erscheint, aufgefallen seyn, der dem bewaffneten Auge als gestreifte, ovale Scheibe

sich zeigt, umgeben von 4 Monden, die nicht selten vor die Scheibe zu stehen kommen und ihren Schatten auf sie werfen?

In einem Zeitraum von 11 Jahren 314 Tagen bewegt er sich in seiner excentrischen, gegen die Ekliptik unter einem Winkel von nur 1° 18′ geneigten Bahn um die Sonne, von der er in seiner größten Nähe 102½ Millionen, in seiner geringsten 112½ und also im Mittel 107½ Millionen Meilen absteht und deßhalb die Sonne bald 24½ mal, bald 29½ mal im Mittel 27 mal kleiner als unsere Erde sieht. Seine geringste Entfernung von uns beträgt 82, seine größte 133 Millionen Meilen, womit der größere und kleinere scheinbare Durchmesser Jupiters zusammenhängt. Der wahre Aequatordurchmesser mißt 20018 und die Polarachse 18524, der mittlere Durchmesser also 19270 geogr. Meilen, was ihm ein solches Volumen ertheilt, daß man nicht weniger als 1414 Kugeln, so groß wie unsere Erde, daraus machen könnte, und daß er trotz seiner geringen Dichtigkeit, die nur den vierten Theil von der unserer Erde beträgt und ihn dem Nußbaum- oder Erlenholz gleich schwer macht, an Masse unsere Erde 330mal und alle Planeten zusammen mehr denn 3 mal übertrifft, ja daß er selbst den 1048ten Theil der Sonnenmasse besitzt. Dieser Größe ohngeachtet bewegt er sich schon in 9 Stunden 55 Minuten 26 Sekunden um seine Achse, welche gegen die Ebene seiner Bahn nur unter einem Winkel von 3° 6′ geneigt ist, woraus leicht ersichtlich, einmal, daß Jupiter wegen dieser schnellen Achsendrehung bedeutend an den Polen abgeplattet, und dann, daß der Unterschied der verschiedenen Längen der Tage und der Wechsel der Jahreszeiten der geringen Achsenneigung halber sehr gering seyn müsse. Die Abplattung beträgt nicht weniger als 1/14, d. h. wenn man den Aequatorsdurchmesser in 14 gleiche Theile theilt, so ist die Polarachse deren nur 13 lang, und in Folge dieser geringeren Entfernung der Körper vom Mittelpunkte Jupiters am Pole als am Aequator und in Folge ihrer größeren Fliehkraft am letzteren geschieht es, daß sowohl das Gewicht der Körper als auch die Schnelligkeit ihres Fallens von dem

Aequator nach den Polen hin stets zunimmt und am Pole selbst am größten ist. An den Polen Jupiters wirkt die Schwerkraft mehr als $2^4/_5$ mal stärker als an den Erdpolen, am Aequator aber nur $2^1/_6$ mal; 100 Pfund auf der Erde werden am Jupiters Aequator 217 Pf. und an den Polen 283 Pf. Kraft erfordern, so wie an letzteren die Körper in der ersten Sekunde ihres Falls 42 Fuß, am ersterem nur 32 Fuß zurücklegen. Jeder Punkt des Jupitersäquator beschreibt aber auch in jeder Minute einen Weg von gegen 105 geogr. Meilen, bewegt sich 28 mal schneller als ein Punkt unseres Erdäquators, so daß die Bewegung eines solchen Punktes nur um ein Geringes langsamer ist, als die Bewegung des Mittelpunktes in der Bahn und Jupiter in seiner Bahn sich nahe so bewegt, wie eine Kugel, die in einem Kreise herum rollt und in einem bestimmten Raume sich nur so viel mal um sich dreht, als die Größe ihres Umfangs in der Länge des Raums, den sie durchläuft, enthalten ist.

Was die bereits erwähnten Streifen auf Jupiters Oberfläche betrifft, so ziehen sie sich auf gelblichtem Grunde in grauer oder braun grauer Farbe meist parallel dem Aequator über die Scheibe. Gewöhnlich sieht man zwei, zwischen denen der Aequator in einer schmalen hellen Zone liegt, um die ganze Kugel herum gehen, was bei den weiter vom Aequator abliegenden, stets schmaler und matter erscheinenden keineswegs der Fall zu seyn scheint. Nach den Polen zu geht das Gelb der Kugel in ein mattes, bleifarbiges Grau über, in welchem zuweilen auch noch Streifen hervor zu blicken scheinen.

Außer diesen Streifen, die gewöhnlich nach den Rändern zu matt und unbestimmt abfallen und verbleichen, nimmt man verschiedene, mehr oder minder große Flecken wahr, die nicht selten eine eigene kleine Bewegung haben und selbst in der der Rotationsbewegung entgegen gesetzten Richtung, von Ost nach West. Diese Flecken alle sind in Bezug auf Größe, Gestalt und Intensität gleich den Streifen großen Veränderungen unterworfen, so daß

wir es in ihnen nicht wohl mit festen Oberflächentheilen, die das Licht weniger lebhaft als die andern reflectiren zu thun haben, sondern mit Wolkenhaufen und Wolkenzonen in der aller Wahrscheinlichkeit nach sehr dichten Jupitersatmosphäre. Ihre größere Beständigkeit im Vergleich mit unseren Wolken mag von der bedeutenden Länge und geringen Veränderlichkeit der Jahreszeiten auf Jupiter sich herschreiben. Für die Annahme einer großen Dichte der Jupitersatmosphäre spricht aber schon seine große Schwerkraft, und in Folge dieser Verdichtung ist sie fähig, das Licht der Sonne lebhafter zu reflectiren, als der der Sonne um so viele Millionen Meilen näher stehende Mars, der uns in seiner kleinsten Entfernung viel glänzender erscheinen müßte, als der dem scheinbaren Flächeninhalte nach viermal größere Jupiter, was jedoch keineswegs der Fall.

Die erste Frucht des durch den italischen Himmel begünstigten Fernrohrs, welche, wie wir früher erwähnten, durch Römer zu einer der wichtigsten Entdeckungen im Gebiete der Naturwissenschaften, zur allmähligen Fortpflanzung des Lichtes führte, war die Entdeckung von vier kleinen Himmelskörpern, Trabanten oder Monden, die den Jupiter umkreisen. Galiläi und mit ihm gleichzeitig ein Deutscher, Simon Mayer aus Gunzenhausen, sahen sie zuerst im Jahre 1610, daher sie auch die Benennung der Mediceischen oder Brandenburgischen Gestirne erhielten, von der man jedoch neuerer Zeit abgekommen ist. Alle vier wurden gleichzeitig entdeckt und sind sämmtlich sehr hell glänzend, gleich Sternen der sechsten Größe, so daß wir sie selbst mit unbewaffnetem Auge erblicken würden, wenn sie nicht ihrem hellstrahlenden Hauptplaneten so nahe ständen. In der That ist dieß auch schon einzelnen Personen von seltener Scharfsichtigkeit gelungen, und wir haben uns deßhalb nicht zu wundern, daß sie den indischen Astronomen, wie neuere Reisende versichern, schon längst und aus uralten Ueberlieferungen bekannt gewesen sind. Sie bewegen sich in Bahnen, welche äußerst wenig vom Kreise abweichen, und zwar mit

einer Geschwindigkeit, die 18 mal größer als die ist, mit welcher ein Mond in gleichem Abstande wie sie um die Erde laufen würde. Daher kommt es, daß, ob sie gleich insgesammt weiter vom Jupiter abstehen und größer sind als unser Mond, der erste oder dem Jupiter zunächst stehende dennoch schon in 1 Tag 18 Stunden 27 Minuten seinen Umlauf vollendet, und selbst der über 5 Mondentfernungen vom Jupiter kreisende vierte Trabant nicht länger als 16 Tag 18 Stunden 5 Minuten dazu gebraucht. Dabei sind die Umlaufsbahnen gegen den Aequator Jupiters wenig geneigt und liegen in der Verlängerung der Streifen, was zur Folge hat, daß bei jedem Umlauf der Monde eine Sonnen- und eine Mondsfinsterniß für Jupiter entsteht. Aus den bereits weiter oben angegebenen Gründen sind diese zur Bestimmung der geographischen Länge der Orte unserer Erde besonders wichtig, weil sie sich ziemlich scharf vorausberechnen lassen, und ihr öfteres Eintreten muß deßhalb sehr willkommen seyn. Bei einer solchen Mondsfinsterniß nimmt der Trabant von unserer Erde aus gesehen Anfangs an Glanz eine kurze Zeit hindurch ab und erlöscht dann plötzlich wie ein ausgeputztes Licht. Dieselben Erscheinungen treten, nur in umgekehrter Ordnung, zu Ende der Finsterniß, bei dem Wiedererscheinen des Trabanten, ein. Was die hieher gehörigen Sonnenfinsternisse betrifft, so werden sie für uns dadurch wahrnehmbar, daß der Schatten des Jupiterstrabanten über die Scheibe Jupiters hinzieht und zwar fast in gleicher Größe als der Trabant selbst wegen der bedeutenden Entfernung von der Sonne.

Der Saturn.

Kein Gegenstand, sagt Herschel, ist am Himmel, der eine solche Manichfaltigkeit außerordentlicher Erscheinungen darbietet, als Saturn, der matt röthliche Stern erster Größe, welcher eine Glorie um sein Haupt oder einen Schirm trägt, um sich gegen das Sonnenlicht im Schatten der Ruhe zu lagern oder von ferne

eindringende, feindliche Körper und Kometen abzuhalten und die Bewohner des Rings durch seinen Anblick zu erfreuen. Außer diesem Ring, der noch dazu ein doppelter ist, wird Saturn von nicht weniger als 7 Monden umgeben, von denen der größte nicht selten das angenehme Schauspiel gewährt, daß er an dem Ringe, den er an Dicke übertrifft, gleich einer Perle an einer Schnur sich zeigt.

In einer mittleren Entfernung von 197¹/₄ Millionen Meilen von der Sonne, (seine kleinste beträgt 186¹/₄, seine größte 208¹/₄ Millionen) bewegt sich Saturn innerhalb 29 Jahren 166 Tagen 23 Stunden um dieselbe und zwar in einer gegen die Ekliptik nur um 2° 29′ geneigten excentrischen Bahn, von deren verschiedenen Punkten aus er die Sonne bald 81, bald 101 mal, im Mittel 91 mal kleiner als wir sieht und in demselben Verhältniß schwächer erleuchtet wird. Daß er aber doch in so bedeutendem Lichte sich uns zeigt, mag wohl, wie wir schon bei Jupiter bemerkten, daher kommen, daß die ihn umgebende Atmosphäre eigener Lichtentwicklung fähig ist.

Sein Abstand von unserer Erde wechselt zwischen 165¹/₂ und 229 Millionen Meilen, so daß wir ihn scheinbar bald größer, bald kleiner erblicken. Sein wirklicher mittlerer Durchmesser beträgt 15769 Meilen, wodurch ihm ein Volumen zukommt, das etwas mehr als die Hälfte Jupiters und 772 mal mehr als das unserer Erde ausmacht. An Masse übertrifft er jedoch unsere Erde nur ohngefähr 100 mal, da er nur den achten Theil so dicht wie unsere Erde, nur halb so dicht wie Jupiter ist und daher aus einer Materie bestehen muß, die leichter ist als Meerschaum, leichter als Champagner, etwa so dicht wie das Tannenholz. Nehmen wir noch hinzu, daß Saturn gleich wie Jupiter und unsere Erde nicht durchweg von gleicher Dichte, sondern im Innern beträchtlich dichter als an der Oberfläche ist, so bleibt für diese etwa die Dichtigkeit des Korks übrig; die Kometen ausgenommen, kennen wir keinen Weltkörper, der eine so gar geringe Dichte hat.

Seines beträchtlichen Volumens ohngeachtet dreht sich Saturn schon in 10 Stunden 29 Minuten um seine Achse, welch' schnelle Bewegung seine bedeutende Abplattung zu 1/10 zu Folge hat. Aus beiden, dem Rotationsschwung und der Abplattung, ergiebt sich als weitere Folge, daß die Schwerkraft am Aequator und den Polen sehr verschieden, an den Polen fast um das doppelte so groß, als am Aequator ist. 100 Pf. auf der Erde wiegen an Saturns Polen 137 Pf., aber nur 75 Pf. am Aequator, und wenn auf den Saturns Polen die Fallhöhe 20³/4 Fuß beträgt, berechnet sie sich am Aequator nur zu 11²/5 Fuß.

Was nun die Glorie betrifft, die Saturn um sein Haupt trägt, so besteht diese aus mehreren, ihn concentrisch umgebenden, sehr breiten und dabei sehr dünnen Ringen, welche frei in der Ebene des Saturnsäquators schweben, die sowohl gegen die Ebene der Saturns, als auch der Erdbahn eine beträchtliche Neigung, gegen letztere 28° 10′, hat. Die Ringe sind körperlich, denn sie werfen auf den Planeten selbst ihre Schatten und behalten immer dieselbe Gestalt bei, wenn sie sich gleich in verschiedenen Gestalten uns zeigen, wie dieß bei jedem Ringe der Fall ist, dessen Ebene stets eine parallele Lage beibehält, während er um uns ringsherum getragen wird. Zweimal in seinem 29 Jahre langen Umlauf um die Sonne sehen wir den Ring am weitesten offen und zweimal erscheint er uns als eine bloße Linie; aber selbst im ersteren Falle erblicken wir ihn nicht in Kreisgestalt, sondern wegen der starken Neigung seiner Bahn gegen die Ekliptik nur in Form eines zusammengedrückten Kreises. Galiläi bemerkte zuerst (1612) Saturns sonderbare Form und zwar zu einer Zeit, wo der Ring nahe daran war zur bloßen Linie zu verschwinden. Er glaubte, Saturn bestehe aus 3 Körpern, wovon der große in der Mitte und die beiden kleinern an dessen Seiten sich befinden. Erst 1655 entdeckte Huygens den freischwebenden Ring und 1715 sah Cassini ihn doppelt, in neuerer Zeit Encke und andere ihn aus noch mehreren concentrischen, durch leere, ringsherum sich er-

streckende Zwischenräume getrennten Ringen von ungleicher Breite bestehend. Der Abstand des inneren Rings von der Oberfläche Saturns beträgt 4594 Meilen und die ganze Breite sämmtlicher, nicht beträchtlich dicker Ringe 6047 Meilen, von denen 3733 auf den innern Ring, 387 auf den großen Zwischenraum und 1927 Meilen auf die äußeren Ringe mit Inbegriff der einzelnen Zwischenräume kommen.

Aus mehreren hellen Punkten auf dem Ring folgerte Herschel nicht nur, daß der Ring sich in 10 Stunden 29 Minuten in seiner Ebene um eine Achse bewege, die durch den Mittelpunkt Saturns geht, sondern auch, daß dem Ringe wie dem Hauptkörper eine Atmosphäre zukomme mit großen Wolkenmassen, von denen wie auf dem Jupiter die grauen Streifen und die dunkeln, veränderlichen Flecken auf der Scheibe hinreichend zeugen.

Der Trabanten oder Monde, die um den Saturn kreisen, sind nicht weniger als sieben, von denen jedoch die zwei dem Hauptplaneten zunächst stehenden die kleinsten uns bekannten Himmelskörper sind, die deßhalb und wegen ihrer großen Nähe am Saturn nur durch ganz vorzügliche Fernrohre gesehen werden können. Sie bewegen sich alle von West nach Ost entweder ganz, oder doch nahe in der Ebene des Saturnsäquators und des Ringes, mit Ausnahme des äußersten, dessen Bahn gegen diese Ebene etwa 15° geneigt ist, und ihre Bahngeschwindigkeiten sind viel größer als die unseres Mondes. So beträgt die Umlaufszeit des innersten, dessen Entfernung vom Mittelpunkte Saturns 20022 Meilen ausmacht, nur 22 Stunden 36 Minuten 17 Sekunden, und selbst die des entferntesten, der doch 524686 Meilen vom Saturn absteht, nicht mehr als 79 Tage 7^h 54^m. Dem Aequator raubt der unverrückt über ihm schwebende Ring das Licht der sechs ersten, in seiner Ebene kreisenden Monde, so daß der Ring zur Erleuchtung des Planeten eher hinderlich, als förderlich ist. Denselben Einfluß übt er auch an den Saturnsäquinoctialtagen rücksichtlich der Sonne aus, so daß wir über den eigentlichen Zweck

desselben nicht einmal Vermuthungen aufzustellen wagen. Am Besten thut man wohl, sich den Ring als eine zusammenhängende Reihe von Trabanten zu denken, die um den Hauptplaneten herum kreisen. Die Erscheinungen desselben sind für die Saturnsbewohner sehr verschieden, indem es darauf ankommt, ob sie auf dem Aequator, oder den Polen, oder in mittleren Breiten wohnen. Jedenfalls ist eine Betrachtung dieser ganz geeignet, uns in das größte Erstaunen zu versetzen, wie schon von der Erde aus betrachtet, dieses Ringsystem als eines der wunderbarsten und großartigsten Phänomene erscheint, die der gestirnte Himmel uns darbietet.

Der Uranus.

Bis fast zu Ende des 18ten Jahrhunderts nach Christo glaubte man unser Planetensystem mit dem zu äußerst kreisenden Saturn abgeschlossen, und nur Halley wagte es, einen Kometen über die Grenzen der Saturnsbahn hinauszuschicken, dessen glückliche Rückkehr für die Herrschaft der Sonne in noch größerer Ferne sprach; da erweiterte Herschel durch die Entdeckung eines neuen, jenseits der Saturnsbahn sich bewegenden Planeten den Kreis des von den Alten uns überlieferten Systems. Es war der 13. Januar 1781, an welchem Tage Herschel im Sternbilde der Zwillinge einen Stern gewahr wurde, der sich in seinem 7füßigen Teleskop als kleine Scheibe zeigte. Unterschied er sich schon hiedurch von den Fixsternen, so that er es noch mehr dadurch, daß Herschel am folgenden Abend eine kleine Fortrückung des fraglichen Sterns bemerkte, und Herschel konnte mit Recht schließen, daß es ein zu unserem Sonnensystem gehöriger Wandelstern seyn müsse. Anfangs hielt er ihn für einen Kometen; allein bald stellte es sich durch die aufmerksamen Beobachtungen der Astronomen fast aller Sternwarten heraus, daß man es wirklich mit einem Planeten zu thun habe, der zu unserem Sonnensystem gehört, wie schon daraus hervorgieng, daß er sich in der nach der weiter oben angegebenen

regelmäßigen Progression ihm zukommenden Entfernung von der Sonne befindet.

Daß man ihn nicht schon früher dafür erkannt, davon liegt der Grund eines Theils darin, daß sein scheinbarer Durchmesser zu gering ist, um in anderen als sehr starken Vergrößerungen augenfällig hervorzutreten und anderen Theils, daß seine Bewegung zu langsam ist, um in kurzer Zeit sich bemerklich zu machen. Als Fixstern wurde er schon früher von mehreren Astronomen, Flamsteed, Mayer, Lemonnier und Bradley wirklich gesehen und genau beobachtet, und diese Beobachtungen trugen nicht wenig dazu bei, die Bahn des Planeten, für welche bei der so großen Umlaufszeit sonst ein viel größerer Zeitraum nach der Entdeckung hätte abgewartet werden müssen, bald vollständig kennen zu lernen.

Herschel nannte den neuen Planeten zu Ehren seines Monarchen und freigebigen Beschützers Georgsstern; die Franzosen wollten ihn nach dem Entdecker selbst benennet wissen, die Deutschen theilten ihm den Namen Cybele zu. Später jedoch vereinigte man sich dahin, auf Bodes Vorschlag ihn gleichsam als den Vater des Saturns und den Großvater des Jupiters Uranus zu nennen. Dazu werden sich wohl auch die Otaheiter bequemen, die nach den Angaben einiger Reisebeschreiber schon früher den Uranus als Planeten gekannt und mit einem eigenen Namen belegt hatten.

Nicht weniger als 83 Jahre 271 Tage 3 Stunden gehören dazu, bis Uranus seinen Umlauf um die Sonne, von der er bald 378 Millionen, bald 415 Millionen, im Mittel 396½ Millionen Meilen entfernt ist, in einer gegen die Ekliptik sehr wenig, nur 46′ 28″ geneigten Bahn vollendet. Von unserer Erde ist er 357¼ Millionen, aber auch 435¾ Millionen Meilen entfernt, weßhalb wir seinen scheinbaren Durchmesser bald größer, bald kleiner erblicken. Sein wahrer Durchmesser berechnet sich auf 7466 Meilen, wodurch ihm ein körperlichen Inhalt zukommt, der 82 mal größer als

der unserer Erde ist. Nicht in gleichem Grade übertrifft er letztere auch an Masse. Seine Dichtigkeit ist fast 6 mal geringer als die unserer Erde und schon 14 Erdkugeln haben mit dem Uranuskörper gleiches Gewicht. Die Fallhöhe der Körper auf ihm beträgt 11½ par. Fuß in der ersten Sekunde und 100 Pf. auf der Erde wiegen auf ihm nur 76⅓ Pfund.

In Folge seiner ungeheuren Entfernung wird er 368 mal schwächer als die Erde von der Sonne erleuchtet, und daher der matte Schimmer, in welchem das flecken- und streifenlose Scheibchen, verglichen mit anderen Planeten, uns erscheint. Der Mangel an Flecken ist auch Ursache, daß wir die Zeit nicht kennen, die Uranus gebraucht, sich um seine Achse zu drehen. Nach Herschel muß dieselbe von kurzer Dauer seyn, da er eine bedeutende Abplattung des Planeten bemerkt haben will.

Was die Monde betrifft, so sollen es noch Herschel nicht weniger als sechs seyn, die den Uranus umkreisen. Die beiden ersten entdeckte er am 11. Januar 1787, und in den Jahren 1790—94 die vier anderen. Aber selbst in seinem Riesenteleskop erschienen sie als die feinsten Lichtpunkte, die er jemals am Himmel gesehen, so daß mit Ausnahme der beiden ersten für keinen derselben eine Bahn abgeleitet, ja selbst nur die Existenz als Trabanten verbürgt werden konnte. Kein Astronom fand sie bis jetzt wieder, nur Lamont in München hat einen derselben mit vieler Mühe wahrgenommen, worüber wir noch nichts Näheres wissen. Die Umlaufszeiten der beiden als gewiß vorhandenen betragen 8 Tage 17 Stunden 1 Minute und 13 Tage 11 Stunden 5 Minuten, und dabei bewegen sie sich in Bahnen, die auf der Ebene des Hauptplaneten nahe senkrecht stehen. Allein da bei den andern mit Monden versehenen Planeten die Mondsbahnen mit den Aequatoren der Hauptplaneten sehr nahe zusammen fallen, so ist man geneigt, ein Gleiches auch bei Uranus vorauszusetzen und die angeführte scheinbare Abnormität dadurch zu erklären, daß man annimmt, die Achse des Uranus liege in der Ebene seiner Bahn,

und auf letzterer steht der Aequator senkrecht, wodurch freilich eine ganz eigene Abwechslung der Jahres- und Tagszeiten dieses Himmelskörpers entstehen würde.

Vierzehnte Vorlesung.

Fortsetzung der Topographie des Planetensystems unserer Sonne.

Die Kometen und das Sonnensystem überhaupt.

Mit den in den vorhergehenden Stunden erwähnten und näher betrachteten 11 Haupt- und Nebengliedern der Familie unserer Sonne ist jedoch keineswegs die Anzahl der Mitglieder dieses Familienkreises abgeschlossen; im Gegentheil, diese geringe Zahl verschwindet gegen die der noch außerdem um die Sonne kreisenden Himmelskörper, der Kometen, mit denen wir uns nun näher bekannt machen wollen.

Unter den uns wohl vertrauten Himmelskörpern, welche bei reinem Himmel, und wenn das neidische Licht des Mondes nicht zugegen, in ihrer stillen Pracht und Majestät am dunkeln Gewölbe sich zeigen, ich meine, unter den mit funkelndem, blinkerndem Lichte glänzenden, ihre gegenseitige Lage nicht ändernden Fixsternen und den mit ruhig glänzendem Lichte von einer Stelle des Himmels zur anderen wandernden Planeten erblicken wir von Zeit zu Zeit einen neu angekommenen Fremdling von mehr oder weniger runder, schwach schimmernder, vom Mittelpunkte gegen den Rand hin verwaschener, neblicher Gestalt, der gewöhnlich mit einem Schweife versehen ist und deßhalb den Namen Komet (χομέτης der Behaarte) erhalten hat. Ihr Erscheinen gab schon den Alten zu höchst seltsamen Ansichten Gelegenheit, die wir bereits früher kennen gelernt haben; allein obgleich schon damals von Einigen richtig erkannt wurde, daß sie Gestirne sind, wie Sonne und Mond, jedoch von mehr in die Länge gezogener Ge-

stalt, welche die höheren Himmelsregionen durchstreiften und sich uns nur beim Durchwandeln der unteren Theile ihrer Bahnen zeigten, so kehrte man doch bis selbst vor zwei Jahrhunderten zu jenen höchst seltsamen Ansichten über das Wesen der Kometen zurück, fügte noch andere hinzu und der Aberglaube erkannte in ihnen sichere Vorboten mancherlei Unglücks für Menschen und Länder, das sie selbst als giftige, in den obersten Regionen der Luft herumschwärmende Ungeheuer, bei ihrer Annäherung an die Erde dieser bringen, oder doch vorher anzeigen sollten, wobei man in Zeiten des Kriegs nicht consequent genug war, zu bedenken, daß dasjenige, welches dem einen von zwei kriegführenden Völkern Unglück bringt, dem anderen Glück ist. Erst seitdem der englische Astronom Halley gegen das Ende des siebenzehnten Jahrhunderts die Wiederkunft eines Kometen vorausbestimmte und dieselbe auch erfolgte, überzeugte man sich, daß man es mit wirklichen Körpern, analog denen unseres Sonnensystems zu thun habe, auf welche die allgemeinen Gesetze der Schwere anzuwenden seyen, zumal da man durch den Gebrauch der Fernrohre bei mehreren derselben mehr oder weniger scharf begrenzte, kreisförmige Kerne, und auf denselben selbst dunkel-graue Flecken, wie auf unseren Planeten, besonders auf Jupiter und Mars, bemerken wollte.

Nunmehr betrachtete man sie nicht mehr als Fremdlinge, die unberufen in unser Sonnensystem sich hereinwagten und Unheil brächten und verkündeten; man schauderte nicht mehr vor ihrem fürchterlichen Schweife, der an eine Zuchtruthe erinnerte, oder vor ihrer furchtbaren Farbe zurück, die schon eine Abstrahlung des Bluts, das fließen oder der Flamme, die sich entzünden sollte, zu seyn schien; sondern hielt sie meist alle für Kinder derselben Mutter, welcher wir angehören, die nur mit mehr Freiheit am Gängelbande sich bewegten, als die Planeten, und größere und nach allen Richtungen des Himmels erfolgende Reisen zu machen bestimmt seyen. Die meisten Kometen wohnen schon als Insassen

unter uns, jedoch, wie der Verfasser der Urwelt und der Fixsterne sich ausdrückt, gleich jenem Volke, in welchem mitten unter uns die älteste Vergangenheit noch fortlebt, ohne sich sehr in die Kleidertracht, in Sitten und Gebräuche unseres Landes zu fügen; nur wenige suchen unser Sonnensystem bloß als Fremdlinge heim, als schnell hindurch gehende Gäste, nur Handel treibend und Botschaft. Daher ist die Erweiterung der Herrschaft unserer Sonne eine nicht unbedeutende. Denn bis zur Hälfte des siebenzehnten Jahrhunderts erwähnt die Geschichte gegen 400 erschienen Kometen, in der zweiten Hälfte desselben Säculums wurden noch zehn, in dem darauf folgenden 65, und in unserem laufenden bereits 33 entdeckt und beobachtet. Das Jahr 1825 hatte deren allein 4 und im folgenden erschienen sogar 5, und wie viele entgehen selbst unseren bewaffneten Augen nicht, theils durch ihre Kleinheit und übergroße Entfernung, theils dadurch, daß sie am Tage sich zeigen, wie dieß im Jahre 409 n. Chr. der Fall war, wo während einer Sonnenfinsterniß ein Komet am Himmel beobachtet wurde, oder bei bewölktem nächtlichen Himmel, oder endlich in jenem Theil der südlichen Halbkugel des Himmels, welcher unserem Blicke nicht zugänglich ist und wo man ihnen nicht so große Aufmerksamkeit wie bei uns schenkt. Wie viele aber mögen in jenen früheren Zeiten erschienen seyn, ohne daß die Geschichte ihrer erwähnt, zumal wenn man bedenkt, daß man damals keiner Fernrohre sich bedienen konnte, durch deren Hilfe man z. B. vom Jahre 1796 an bis 1807 nicht weniger als 36 Kometen entdeckte, von denen auch nicht einer dem unbewaffneten Auge sichtbar war.

Nach der Ausbeute zu urtheilen, die man neuerer Zeit machte, wo kein Jahr vergieng, in welchem man nicht wenigstens 2 Kometen beobachtete, muß die Anzahl derer, welche ihren Lauf durch unser Sonnensystem nehmen, sehr groß seyn. In dem Raume zwischen der Sonne und dem vierten Planeten, dem Mars, allein wandern bereits 120 bekannte Kometen, von de-

nen 25 ihre Bahnen zwischen der Sonne nnd dem Merkur, 48 zwischen dem Merkur und der Venus, 27 zwischen der Venus und Erde, und 20 zwischen letzterer und dem Mars nehmen. Der Astronom Lampert schätzte die Anzahl derer, welche nur zwischen der Sonne und dem Saturn dahin wandern, auf 12 Tausend und die Anzahl aller zu unserem Sonnensystem gehörigen auf eine Million, Schubert in Petersburg berechnete aber letztere Anzahl auf 20 Millionen und Professor Wurm räumt aus mathematischen Gründen nicht weniger als 64 Billionen Kometen Platz in unserem Sonnengebiete ein.

Aber selbst von den uns bisher bekannten Kometen sind es nur 150, deren Bahnen berechnet wurden, und bei einer noch kleineren Anzahl beruht die Bestimmung der Bahn und die Zeit ihres Wiedererscheinens auf sicherer Berechnung. Genau genommen ist dieß zunächst nur bei vier Kometen der Fall, nämlich dem Halleyschen, Enkeschen, Bielaschen und Olbersschen. Ersterer wurde vom Halley 1682 beobachtet und berechnet und kehrt in 75 bis 76 Jahren regelmäßig wieder, wie wir im Jahre 1835 zu bemerken Gelegenheit hatten, wo er seit Halleys Beobachtuug zum zweitenmal wieder erschien. Es war der erste der Kometen, der durch seinen Tribut an das allgemeine Gesetz der Schwere sich als befreundeter Bruder erklärte, und denselben schon oftmals zahlte und zur Sonne, die ihn fesselt, zurückkehrte, was uns die Vorfahren von alter Zeit her, die ihn freilich noch mit unheilfürchtendem Blicke betrachteten, schriftlich hinterließen. Rechnen wir nämlich von der Zeit an, wo der Komet genau astronomisch beobachtet wurde, immer um 75—76 Jahre rückwärts, so trifft es sich, daß wir wirklich in den meisten der durch dieses Rückwärtsrechnen sich ergebenden Jahre, wo unser Komet hätte erscheinen müssen, von damals erschienenen Kometen Erwähnung finden, z. B. im Jahre 130 v. Chr., wo nach dem Geschichtschreiber Justin bei der Geburt des Mithridates ein äußerst großer Komet sich zeigte, und dadurch zu der Muthmassung

verleitet werden möchten, der damals erschienene Komet sey kein anderer, als unser Halley'sche gewesen. Seine größte Entfernung von der Sonne beträgt über 735 Millionen Meilen, in welcher er fast nochmals so weit als der bis jetzt bekannte entfernteste Planet Uranus von der Sonne absteht. Erfolgt seine Wiederkunft auch auf mehrere Tage nicht genau nach der Berechnung, so macht es immerhin dem menschlichen Geiste Ehre genug, wenigstens so weit mit der Wiederkunft eines so weit in das Universum hinaus schweifenden Himmelskörpers im Reinen zu seyn. Denn wie leicht ist es möglich, daß der Komet auf seiner weiten Reise der Einwirkung uns ganz unbekannter Kräfte unterliegt, daß er anderen Kometen, von denen wir nichts sehen und ahnen können, begegnet, oder endlich, daß es selbst noch zu unserem Sonnensysteme gehörige Planeten gibt, welche nach Maaßgabe der gegenseitigen Stellung ihren Einfluß auf ihn geltend zu machen suchen und seine Umlaufszeit nicht nur, sondern auch seine Bahn verändern?

Einer genaueren Bestimmung seiner Bahn und seiner Wiederkunft erliegt der Encke'sche Planet, wo die Abweichung sich jedesmal nur auf wenige Stunden oder gar nur Minuten beschränkt, was freilich zum Theil durch seine kurze Umlaufszeit erklärlich ist, die nur den 23sten Theil der des Halley'schen, nämlich 3 Jahre 110 Tage beträgt. Der Biela'sche Komet vollendet seine Umlaufszeit in 6 Jahren 9 Monaten, und der Olbers'sche kommt am 9. Februar 1887 von seiner 74 Jahr 18 Tage andauernden Reise wieder zur Sonne zurück.

Was nun die Bahnen selbst betrifft, in welchen diese meist geschwänzten Himmelskörper sich bewegen, so unterscheiden sie sich von denen der Planeten wesentlich in zwei Stücken, durch ihre Form und ihre Lage. Beide Körper bewegen sich zwar in Ellipsen (in die Länge gezogenen Kreisen), in deren einem Brennpunkte die Sonne sich befindet, allein bei den Kometenbahnen ist die große Achse dieser krummen geschlossenen Linie im Vergleich mit denen der Planeten unverhältnißig größer als die kleine, so

daß die Bahn die Form eines sehr stark zusammen gedrückten Kreises hat, dagegen sie bei den Planeten wenig von der vollständigen Kreisform abweicht. Dadurch geschieht es denn auch, daß der Komet sich eine Zeit lang der Sonne sehr stark nähert und später ungeheuer weit sich von ihr entfernt und selbst dem bestbewaffneten Auge nicht mehr sichtbar ist; ja daß es den Anschein hat, als bewege er sich in keiner geschlossenen, sondern hufeisenförmigen Bahn (Parabel), auf der er nie mehr zur Sonne zurückkehrte, sondern in das System oder in die Anziehungssphäre eines anderen Fixstern übergienge. Dabei stürzt der Komet in seiner Sonnennähe mit ungeheuerer Schnelligkeit fort, während er selbst schon in seiner größten Entfernung, wo er uns noch sichtbar, sich in so gemessenem Laufe bewegt, daß wir ihn längere Zeit für unbeweglich halten könnten. Erst nach langer Zeit kehrt er zur Sonne wieder zurück. Denn den Berechnungen zufolge vollendet z. B. der Komet vom Jahre 1769 seine Umlaufszeit erst in 929 Jahren, der von 1807 in 1713, der von 1811 in 3383 und der vom Jahr 1763 sogar erst in 7334 Jahren, wobei jedoch gleich von vorne herein zugegeben wird, daß es sich bei der Richtigkeit der Angabe dieser Umlaufszeiten nicht um Differenzen von mehreren Jahren aus den oben angegebenen Gründen handeln darf.

Aber nicht bloß rücksichtlich ihrer Form unterscheiden sich die Kometenbahnen von denen der Planeten, sondern auch hinsichtlich ihrer Lage. Die Ebenen der Planetenbahnen liegen nämlich alle in einer nicht gar breiten Zone zu beiden Seiten der Sonnenbahn, Zodiakus oder Thierkreis genannt. Die der Kometen dagegen in jeder nur erdenklichen Richtung, so daß manche die Bahnen mehrerer Planeten, ja in einem sehr häufigen Falle aller Planeten, durchstreifen, wobei sich die einen von West nach Ost, die andern entgegengesetzt bewegen. Denn selbst hinsichtlich der Richtung ihres Laufes nehmen es diese Vagabunden nicht genau, und wenn die einen mit unseren Planeten von West nach Ost ihre Wanderung machen, so erlauben sich andere, gerade die entgegengesetzte Rich-

tung zu ergreifen und von Ost nach West zu reisen, in welch letzterem Falle sie rückläufig genannt werden.

Wenden wir uns nun zu einer näheren Betrachtung der äußeren Gestalt der Kometen und schreiten dann zu einer näheren Untersuchung ihrer eigentlichen Natur und physischen Beschaffenheit.

In ersterer Beziehung hat man gewöhnlich dreierlei zu unterscheiden: den Kern, die den Kern umhüllende, ringförmige Nebelhülle und den stets an der von der Sonne abgewandten Seite des Kometen befindlichen Schweif.

Der sogenannte Kern erscheint zwar bei keinem Kometen als eine feste, dunkle und undurchsichtige, scharf begrenzte Scheibe, jedoch zeigen die meisten Kometen eine oft sehr starke Verdichtung ihres Glanzes nach einem im Innern der Masse, selten der Mitte, gelegenen Punkt, Fig. 38. 39. Diesen nur vergleichungsweise so zu nennenden Kern umgibt eine nach Außen zu dünner werdende und sich ins Unbestimmte Verlierende neblige Hülle, die im Verhältniß zum Kern meist sehr groß ist und deren Durchmesser z. B. bei dem Kometen von 1807 gegen 60 Tausend, bei dem von 1811 gegen 27 Tausend Meilen betrug. Der Schweif des Kometen endlich ist im Allgemeinen eine denselben begleitende Lichterscheinung, und ist entweder bloß eine Fortsetzung der den Kern umgebenden Nebelhülle, die von dieser in Gestalt eines geraden Kehrbesens, eines Fächers oder einer Ruthe unmittelbar ausgeht, oder der Kern sammt der Nebelhülle befinden sich in einem glockenförmigen Mantel eingehüllt, dessen äußerste Begrenzung wir in der Form eines den Kometen umgebenden Reifes erblicken. Daß dieser jedoch kein bloßer Lichtreif ist, geht daraus hervor, daß er sich in allen Lagen und Stellungen des Kometen als solcher zeigt, was nur bei einem glockenförmigen Körper der Fall seyn kann, dessen Rand uns deßhalb erleuchtet erscheint, weil wir es daselbst mit einer größeren Schicht des Stoffes, aus dem er besteht, zu thun haben. Beiderlei Arten Schweife befinden sich stets an der von der Sonne abgekehrten Seite des Ko-

meten, worauf **Apianus**, Professor der Mathematik in Ingolstadt, 1540 zuerst aufmerksam gemacht haben soll, und drehen sich bei dem Herumwandeln des Kometen um die Sonne stets so, daß sie in der größten Entfernung von demselben sich befinden. Gegen das Ende zu ist der Schweif gewöhnlich etwas gebogen und ist von der einen Seite hohl, von der andern erhaben. Die erhabene Seite geht bei der Fortbewegung des Kometen immer voran und zeigt sich glänzender und schärfer abgegrenzt als die hintere, welche mehr verwaschen ist.

Die Länge und Größe der Schweife ist nicht nur bei den einzelnen Kometen sehr verschieden, sondern es kommt auch auf den Ort an, von welchem aus der Komet beobachtet wird. Die Schweife erscheinen nämlich in der heißen Zone viel größer als in den andern, wie solches beim Kometen vom Jahre 1759 der Fall war, dessen Schweif die Beobachter im indischen Ocean sehr glänzend wahrnahmen, während man in Europa fast gar nichts davon sah — eine Erscheinung, die wohl in der Beschaffenheit unserer Atmosphäre ihren Grund hat. Was die Länge der Schweife einzelner Kometen betrifft, so zeichnete sich besonders der vom Jahre 204 v. Chr. hierin aus, dessen Schweif vom Morgenhimmel bis zum Abendhimmel hinüber reichte. Vom Kometen des Jahres 1618 wird berichtet, daß das Ende seines Schweifes noch nicht aufgegangen war, wenn sein Kopf sich schon über dem Scheitel des Beobachters befand, und von dem des Jahres 1680, welches überhaupt einer der größten beobachteten Kometen ist, daß, wenn er Abends 5 Uhr untergegangen, dennoch die ganze Nacht hindurch noch etwas von seinem Schweife ersichtlich war. Der Komet von 1811 hatte einen mehr als 12 Millionen Meilen langen Schweif, und auch der Halley'sche Komet erschien 1456 mit einem Schweife, der sich über den dritten Theil des Himmels hinzog, von dem er jedoch bei seinen nachmaligen Erscheinungen wenig oder gar nichts sehen ließ. Uebrigens unterliegt die Länge, so wie die Gestalt der Schweife großen

Veränderungen und binnen wenig Tagen kann der Schweif sich bedeutend verkürzen und verlängern, sich mehr oder weniger krümmen, sich in mehrere Theile theilen u. s. w., welche Aenderungen alle vornämlich mit der Annäherung und Wiederentfernung des Kometen von der Sonne zusammen hängen, und wobei im Allgemeinen die Regel gilt, daß je mehr ein Komet sich der Sonne nähert, in demselben Maaße auch sein Schweif zunimmt und umgekehrt abnimmt, daß aber unmittelbar nach seiner größten Sonnennähe die Länge und der Glanz des Schweifes am bedeutendsten ist. Jedoch ist immerhin die Gegenwart des Mondes oder der Schein der Dämmerung hinreichend, diese Pracht für uns verschwinden zu machen.

Ueber die Natur und physische Beschaffenheit dieser räthselhaften Himmelskörper ist von jeher, zumal bei dem Interesse, das die Alten schon aus Respekt und Furcht an ihnen hatten, viel geschrieben, aber desto weniger gedacht worden, und es war selten mehr als ein Traum, der die Lesewelt belustigte, wenn man hierüber recht genau, als hätte man sie unter eigenen Händen entstehen sehen und die Masse, aus der sie bestehen, selbst geknetet, Auskunft geben wollte. Gelingt dieß ja unseren Geologen, die ihren Gegenstand doch vor sich haben, ihn begreifen und betasten und in seinem Inneren wühlen können, auf keine befriedigende Weise; um wie viel weniger wird dieß bei den Kometen, die uns in jeder Beziehung so ferne stehen, der Fall seyn! Theils mit Gewißheit, theils mit großer Wahrscheinlichkeit läßt sich Bezugs ihrer physischen Beschaffenheit etwa Folgendes anführen:

Die Kometen sind Himmelskörper, welche, wie schon bemerkt, den allgemeinen Gesetzen der Schwere unterworfen nnd folglich selbst schwer sind, einen Stoff, eine Masse haben. Dieser Stoff oder die Masse, woraus sie bestehen, ist aber von äußerst dünner Natur, oder die Kometen sind äußerst leicht, und da die Größe der meisten mit ihren Nebelhüllen und Schweifen sehr bedeutend ist, so muß ihr specifisches Gewicht sehr gering seyn und sie selbst müssen aus

einer überaus feinen und lockeren Substanz bestehen. Als Beweis für obige Behauptung wird von den Astronomen angeführt, einmal, daß der Komet vom Jahre 1770, welcher durch das Trabantengebiet des Jupiters seinen Lauf nahm, auch nicht im Mindesten auf einen oder den andern dieser verhältnißmäßig kleinen Himmelskörper störend einwirkte, obgleich er eine ansehnliche Größe hatte, und dann, daß auf die Voraussetzung, die Kometen hätten wegen ihrer zu kleinen Masse nicht den allergeringsten Einfluß auf die Planeten, die Berechnung der Bahnen dieser Himmelskörper gegründet ist, und die Beobachtung mit der Berechnung merkwürdig genau übereinstimmt, was durchaus nicht der Fall seyn könnte, falls die gemachte Voraussetzung unrichtig wäre. Von dieser Beschaffenheit sind selbst diejenigen Kometen nicht ausgenommen, bei denen man aus ihren sogenannten Kernen auf eine wenigstens etwas dichte Masse zu schließen sich für berechtigt hielt, da aus neueren Beobachtungen sich ergab, daß man Fixsterne durch den Kern hindurch blinken sah, ohne daß ihr Licht selbst erheblich geschwächt wurde. Auch überzeugte man sich durch genaue Messungen, verglichen mit Berechnungen über die Bewegung des Kometen, daß der Fixstern nicht etwa seinen Ort veränderte, wie es der Fall gewesen wäre, wenn die Masse, aus welcher der Komet besteht, das Licht zu brechen fähig ist. Diese kann demnach nicht einmal gasförmiger Natur seyn, von fester und tropfbarflüssiger ist gar nicht die Rede, so daß wir gar kein Analogon für sie kennen.

Für gänzlich immateriell, das dürfen wir dabei nicht vergessen, kann man sie aber nicht halten, denn sonst würden sie selbst den Gesetzen der Schwere nicht unterworfen seyn, nicht in Kegelschnitten um die Sonne laufen und keine Störungen von den Planeten erleiden. Vielmehr hat ihre Masse die Eigenschaft, das Sonnenlicht zurückzuwerfen und dadurch für uns sichtbar zu werden. Früher war man der Meinung, die Kometen besäßen ihr eigenes Licht, weil es nicht wohl zu begreifen war, wie so leichte und lockere Massen, die an Fein-

heit des Stoffes Alles, was wir auf unserer Erde kennen, weit hinter sich zurück lassen und deren Dichtigkeit viel tausendmal geringer, als selbst die der allerdünnsten Luft seyn muß, die Reflectirung des Sonnenlichtes in so großem Maaße fähig seyn konnten; allein neuerer Zeit haben direkte Versuche des französischen Physikers und Astronomen Arago nachgewiesen, daß das Licht der Kometen wie das der Planeten ein reflektirtes, folglich erborgtes sey und sie ihr Licht der Sonne verdanken, wie schon daraus ersichtlich, daß ihre Helligkeit mit ihrer Annäherung zur Sonne stets zunimmt und der Komet bei zunehmender Entfernung von der Sonne zu einer Zeit verschwindet, wo er seiner Größe nach noch lange für uns sichtbar seyn müßte.

So viel können wir theils mit Gewißheit, theils mit großer Wahrscheinlichkeit von der Natur und physischen Beschaffenheit der Kometen sagen. Wir rechnen sie, um mit dem alten Philosophen Seneka zu sprechen, zu den ewigen Werken der Natur, die sich nicht leicht in ihrer Werkstätte beschleichen und die wirkliche Beschaffenheit und die Entstehung ihrer Werke nur schwer erkennen läßt. An Hypothesen über den Ursprung und die Natur dieser Himmelskörper fehlt es, wie bereits bemerkt, keineswegs, und da wir gewohnt sind, alles Auswärtige und Fremdartige auf uns zu beziehen und es in Verhältniß mit bekannten Dingen zu bringen, so konnte es auch nicht fehlen, daß man die Kometen ihrer physischen Beschaffenheit nach mit unserer Erde und den Planeten überhaupt verglich und in ihnen Himmelskörper erkannte, die nur auf einer niedrigeren Stufe der Entwicklung und Ausbildung als die Planeten ständen und gleichsam erst mit der Zeit zu Planeten heran reiften.

Allein abgesehen auch davon, daß, wenn sie einst zu Planeten sich ausbilden, wir nicht wohl einsehen, wie ihr rückläufiger Gang sich in einen rechtläufigen verwandeln und die starken Neigungen ihrer Bahnen gegen die Ekliptik bis auf wenig Grade abnehmen können, — woher soll denn die Masse kommen, welche den Planeten constituirt,

da der Komet so gut als keine Masse hat? Man könnte wohl bemerken, daß es im Sonnensystem gewiß noch Materie gibt, die verdichtungsfähig, aber noch nicht verdichtet ist, und daß diese der Komet in den unermeßlichen und unerforschten Weiten, welche er durchstreift, zu seiner weiteren Ausbildung aufnimmt; allein bei seiner Ohnmächtigkeit lassen wir diese Rolle des Anziehens dieser Materie und des sich dadurch Vergrößerns gewiß lieber die Planeten übernehmen, wofür aber gleichfalls die Beweise gänzlich fehlen. Leicht ist das Unhaltbare dieser Meinung einzusehen, und nicht besser begründet sind solche, die gleichfalls aufgestellt wurden: Die Kometen stürzten sich in die Sonne uud ergänzten so das von ihr ausgeschickte Licht; sie giengen aus den Flecken der Sonne hervor; sie würden von den Planeten herangezogen und als Monde zurückbehalten; sie vermischten sich mit den Atmosphären der Planeten und würden so gleichsam von ihnen verschluckt u. s. w. Erwarten wir geduldig, aus den künftigen Beobachtungen erscheinender größerer Kometen nähere Aufschlüsse über ihr Wesen zu bekommen und sind wir zufrieden, so viel von ihnen zu wissen, um der Furcht vor dem einstigen Zusammenstoßen unserer Erde mit einem Kometen und den damit verbundenen traurigen Ereignissen getrost überhoben seyn zu können. Die Geringfügigkeit der Masse der Kometen macht sie zu den gefahrlosesten aller Weltkörper, welche nicht den mindesten Einfluß auf unsere Erde und deren Atmosphäre haben, wie sich in den letzten Wochen des Monats Juni 1819 zeigte, wo den Berechnungen des berühmten Astronomen Olbers zufolge unsere Erde durch den Schweif eines Kometen, der bald darauf sichtbar wurde, hindurchgegangen ist.

So viel von den Kometen, den Himmelskörpern, deren größte Anzahl zu unserem Sonnensysteme gehört, über das wir nun schließlich einige allgemeine Bemerkungen anführen wollen.

Allgemeine Bemerkungen über das Sonnensystem.

Betrachten wir unser Sonnensystem zunächst als ein für sich abgeschlossenes Ganze, so ist leicht ersichtlich, daß dasselbe von zwei Arten von Weltkörpern gebildet wird, welche wiederum in drei Ordnungen zerfallen. Die erste Art sind die selbstleuchtenden, die Sonne, die zweite sind die beleuchteten, die Planeten, deren Monde und die Kometen. Was aber die Ordnungen betrifft, so rechnet man zur ersten Ordnung der Welten die Sonnen, zur zweiten die Planeten und zur dritten die Monde.

Jedoch selbst unter den Planeten zeigen sich wesentliche Unterschiede, vermöge welcher es uns nicht schwer wird, die Planeten abermals in drei verschiedene Classen einzutheilen. Zur ersten Classe gehören die der Sonne zunächststehenden 4 Planeten: Merkur, Venus, Erde, Mars, welche alle bei geringem Volumen dennoch wegen ihrer großen specifischen Dichtigkeit viel Masse besitzen, sich in 24 Stunden um ihre Achsen drehen und von verwandter Naturbeschaffenheit sind, wofür selbst ihre Atmosphären zeugen. Die zweite Classe bilden die vier kleinen teleskopischen, kometenähnlichen: Ceres, Juno, Pallas, Vesta, welche, wie wir bereits erwähnten, sich wesentlich von allen Planeten in mehrfacher Hinsicht unterscheiden, und die dritte Classe die noch übrigen drei Planeten: Jupiter, Saturn, Uranus, welche bei einem sehr großen Volumen geringe specifische Dichtigkeit besitzen, sich in viel kürzerer Zeit als die Planeten der ersten Classe um ihre Achsen bewegen und deßhalb viel bedeutender abgeplattet sind, und welche Atmosphären von ganz eigenthümlicher Beschaffenheit haben, deren Dunstgebilde in an den Körper parallel sich anschließenden Streifen sich zeigen. Auch durch die Menge ihrer Monde unterscheiden sich die letztgenannten Planeten von den anderen, so wie wahrscheinlich dadurch, daß ihre Atmosphären zur Licht- und Wärme-Entwicklung und Aufnahme geschickter als die der anderen Planeten sind.

Die Beantwortung der Frage: welcher von diesen drei Classen denn der Vorzug zu geben sey? kann uns nur in der Voraussezung nicht gleichgiltig seyn, daß wir die Planeten gleichfalls für von vernünftigen Wesen bewohnte, erdartige Körper halten von eigenthümlicher Organisation. Zu dieser aber berechtigt uns wohl nichts mehr, als wenn wir eine Betrachtung anstellen, wie denn wohl unsere Erde von den anderen Himmelskörpern aus gesehen wird. Vom Monde aus noch ansehnlich genug, vierzehnmal größer als uns der Mond erscheint; allein ein Bewohner der Sonne sieht unsere Erde schon nicht größer als wir den Merkur, ein Bewohner des Merkurs zuweilen etwas größer und ein Venusbewohner sieht sie gerade so groß, wie wir die Venus. Vom Jupiter aus könnten unsere Fernrohre sie noch erreichen, vom Saturn und Uranus aus sie nicht mehr, was denn doch gerade nicht viel Schmeichelhaftes für uns hat und nur dafür spricht, daß unsere Erde als Himmelskörper unter den Planeten eine sehr untergeordnete Rolle spielt. Aber steht sie vielleicht nicht deßhalb höher, als diese, weil sie allein vernünftigen Wesen Leben und Aufenthalt bietet? Darauf antwortet schon eine Stimme aus uralter Zeit, Metrodorus, der es für eben so unvernünftig erklärt, anzunehmen, daß von den anderen unzähligen Himmelskörpern nur die Erde bewohnbar und bewohnt sey, als zu behaupten, daß auf einem großen Felde nur eine einzige Aehre wachse. Einer der größten Astronomen der Gegenwart aber, Encke in Berlin, sagt in dieser Beziehung: Möge der Himmel uns vor dem Stolz bewahren, daß wir glauben sollten, der schwache, auf seiner Erdenscholle festgebannte Mensch sey das einzige, denkende Wesen, die wahre Krone und gewissermassen der einzige Besitzer des Weltgebäudes. Gewiß sind noch andere Wesen in anderen Räumen, mit Gaben ausgerüstet, welche anderen Verhältnissen angepaßt, auf ähnliche Weise den gemeinschaftlichen Ziel der Vervollkommnung nachzustreben erlauben.

Im ganzen Weltall ist ein einziger Hauptzweck sichtbar: so vielen empfindenden Wesen als möglich Leben und Lebensgenuß

zu verschaffen, und die ganze Natur mit allen ihren Theilen, Kräften, Gesetzen, Einrichtungen ist allein zur Erreichung dieses endlichen Zweckes geschaffen und wirksam. Nun haben aber die übrigen Planeten mit unserer Erde unter allen Himmelskörpern gewiß die größte Analogie, und auf ihnen suchen wir deßhalb vor Allem auch vernünftige Wesen, die sich ihres Lebens und Daseyns freuen. Welches die Bedingungen und Formen dieses Lebens sind, läßt sich freilich kaum ahnden, indem uns als Anhaltspunkt unserer Forschungen nichts zu Gebote steht, als die Kenntniß der Kraft, mit welcher die Schwere an der Oberfläche der einzelnen Planeten, so wie der Sonne wirkt, und wodurch gleichsam das Grundmaaß ihrer eigenen Lebenskraft bezeichnet ist. Mit Berücksichtigung dieser läßt sich behaupten, daß auf der Sonnenoberfläche kein einziges organisirtes Wesen existiren könne, das irgend einem auf unserer Erde in physischer Beziehung ähnlich sey. Die Schwere nämlich wirkt auf der Oberfläche derselben, wie schon früher bemerkt, mehr denn 28 mal kräftiger als auf unserer Erde, ein bei uns kaum 4 Pf. wiegender Körper drückt dort mit Centnerslast auf seine Unterlage. Wie wäre es dort einem Geschöpfe von unserer Kraft und unserem Körperbau möglich, nur wenige Schritte zu gehen oder vielmehr sich fortzuschleppen, ohne völlig ermüdet zu seyn; wie es ihm möglich, nur die gewöhnlichen Händearbeiten zu verrichten, ohne der Arbeit zu unterliegen? Nur Titanen und Cyklopen, von denen uns die alten Fabeln berichten, vermöchten dort Bauwerke aufzuführen, ja nur die gewöhnlichsten unserer Arbeiten zu verrichten, wobei sie sich noch überdieß in einem 28 mal so dichten Medium als dem unserer Atmosphäre zu bewegen und dasselbe einzuathmen hätten, welch Letzteres ein baldiges Ersticken herbeiführen würde.

Was von der Sonne Bezugs des Bewohntseyns ihrer Oberfläche von organisirten Wesen unserer Art gilt, das gilt mehr oder weniger von jedem einzelnen Planeten. Die Bewohner der Venus und des Mars möchten wohl die meiste Aehnlichkeit mit

uns haben, weniger die Bewohner der großen entfernten Planeten, vornehmlich des Saturns und Uranus, die wegen der leichteren Masse ihres Wohnsitzes nach Kant und Anderen auch leichtere und weniger beschränkte Hüllen haben und ein vollkommeneres, edleres Leben führen sollen, als die Bewohner der der Sonne näheren Planeten, deren Unvollkommenheit mit der Annäherung zur Sonne stets wachse. Dem sey nun, wie ihm wolle; unsere Erde steht als Zwitter gleichsam mitten inne und kann mit ihrem Loose zufrieden seyn.

Die eigentliche Mitte des Planetensystems fällt der Reihe nach zwischen Mars und die Asteroiden. Aber fragen wir, erweitert sich diese Reihe nicht sowohl nach Unten als Oben, und kreisen nicht vielleicht innerhalb der uns bekannten Planeten nicht noch mehrere, die sich selbst unserem bewaffneten Auge bisher entzogen? Was den letzteren Theil der Frage betrifft, so muß allerdings zugegeben werden, daß dem gar wohl also seyn könne; jedoch würden diese kleinen Planeten in gleich nahem Abstand wie die Asteroiden von der Sonne, zwischen Mars und Jupiter zu suchen seyn, denn nur hier gestattete die gesetzmäßige Reihenfolge der Planeten noch welchen Platz, oder zwischen Merkur und Venus, wo der neue Planet in der Entfernung von 8 + 3 = 11 Millionen Meilen sich bewegen könnte, ohne gleichfalls die Gesetzmäßigkeit der Reihe zu stören. Ist Merkur wegen seiner großen Sonnennähe freilich schwer und selten gut zu beobachten, — bei einem um 3 Millionen Meilen von der Sonne entfernteren Planeten, der dem Merkur an Größe gleich käme, würde dieß doch weniger der Fall gewesen seyn und so hätte der in diesem Abstande von der Sonne kreisende Planet wohl nimmermehr unserem Blicke entgehen können, abgesehen auch davon, daß wir ihn bei der neuerer Zeit sehr fleißig angestellten Beobachtungen der Sonne Betreffs ihrer Flecken gewiß einmal auch einen Durchgang durch die Sonnenscheibe hätten vollführen sehen. Die in der Region der Asteroiden noch möglich befindlichen, planetarischen

Himmelskörper sind gewiß nicht größer als die bereits uns bekannten, da sie sich gewiß außerdem schon durch ihre Störungen hauptsächlich der Kometen, die in dieser Region sich bewegen, hätten verrathen müssen. Man wird sich von dem Vorhandenseyn solcher kleinen Körper erst überzeugen, wenn man den ganzen Zodiakus, auf eine beträchtliche Breite zu beiden Seiten der Ekliptik hin erweitert, in Sterncharten möglichst genau detaillirt besitzt und durch neue Beobachtungen vergleicht.

Nach dem von Laplace aufgestellten Satze: ein untergeordneter Himmelskörper braucht längere Zeit, sich um den Körper höherer Ordnung herum zu bewegen, als dieser sich um seine Achse bewegt, wäre es allerdings möglich, daß noch diesseits des Merkurs ein Planet sich befinde, da zwischen 25 und 88 Tagen noch Zwischenzeit genug liegt. Der öfters erwähnten Reihenfolge gemäß würde er in einer mittleren Entfernung von 6½ Millionen Meilen um die Sonne zu kreisen und seinen Umlauf um dieselbe zufolge des dritten Keplerischen Gesetzes in 64 Tagen zu vollenden haben. Allein wird schon Merkur, wie so eben erwähnt, sehr schwer und selten gesehen, so müßte dieß bei einem der Sonne um 1½ Millionen Meilen näher stehenden Planeten, der sich noch weniger weit von ihr entferne, noch mehr der Fall seyn und derselbe stets in den Strahlen der auf- oder untergehenden Sonne verschwinden. Der Planet könnte sich nur bei einem Durchgang vor der Sonnenscheibe bemerklich machen. Ein solcher dauerte jedoch höchstens 5 bis 6 Stunden und kann deßhalb, und weil er zu Nacht oder bei ungünstiger Witterung einfällt, selbst sehr aufmerksamen Sonnenbeobachtern entgehen, so daß wir auch von dieser Seite wenig Hoffnung zur Erweiterung unseres Planetensystems nach Unten hegen dürfen.

Dagegen hegen wir größere Hoffnung auf Erweiterung nach Oben, ja glauben dazu vollkommen berechtigt zu seyn. Sollte mit Uranus die Grenze unseres Planetensystems abgeschlossen, der unermeßliche Raum von ihm bis zu den nächsten Fixsternen, der nicht

unter 400 Millionen Meilen beträgt, ganz leer seyn? Ganz leer ist er nicht, denn es durcheilen ihn von Zeit zu Zeit Kometen, und unter diesen bemerkte man vom Kometen des Jahres 1680, daß er 40 mal weiter in ihn hineindrang, als Uranus von der Sonne entfernt ist. Diese Beobachtung spricht deutlich für die Erweiterung des Gebietes, in welchem die Sonne ihre Herrschaft noch auszuüben im Stande ist, und in welchem noch jenseits des Uranus wenigstens 5 andere Planeten sich bewegen könnten, welche alle in dem angegebenen gesetzmäßigen Abstand von der Sonne sich befänden. Die Entfernung des äußersten von der Sonne betrüge freilich nicht weniger als 620 Erdweiten und er brauchte nicht weniger als 15 Jahrtausende, um einmal um die Sonne herum zu laufen; aber es gibt ja zu unserem Sonnensystem gehörige Kometen, deren Bahnen nur noch als Parabeln berechnet werden können, deren Entfernungen von der Sonne deßhalb noch beträchtlicher und ihre Umlaufszeiten um dieselbe noch viel länger sind.

Wenn nun vermöge des ausgedehnten Wirkungskreises unserer Sonne die Existenz mehrerer Planeten zuläßig, ja wahrscheinlich ist, so wird wenigstens die eines zunächst außerhalb des Uranus kreisenden fast zur Gewißheit erhoben durch Gründe, die wir nun näher kennen lernen wollen. Schon früher nämlich hatte ich die Ehre zu ihnen von den Störungen zu sprechen, welche die Planeten durch ihre gegenseitigen Anziehungen in ihren Bahnen erleiden. Befindet sich nun jenseits der Bahn des Uranus ein Planet, so muß derselbe, wenn anders seine Masse nicht sehr klein ist, was der Regel nach nicht zu erwarten, seine Existenz dadurch beurkunden, daß er die Regelmäßigkeit des Uranuslaufs zuweilen aufhebt und so Veränderungen hervorruft, die wir, ohne den störenden Körper zu kennen, nicht zu erklären im Stande sind. Dem ist nun in der That also. Des Astronomen Bouvards Tafeln (1820) stimmten bei Uranus nicht mit den Beobachtungen Herschels, des Entdeckers (1781), überein, und noch mehr, neuere Astronomen weisen wiederum nach, daß die neuester

Zeit gemachten Beobachtungen von denen Bouvard's nicht unbeträchtlich abweichen. Bei Jupiter und Saturn, sahen wir, finden gleiche Abweichungen Statt, welche sich durch die Störungen des Nachbarplaneten erklären lassen; was bleibt uns nun übrig, als auch bei Uranus gleiche Ursache seines unregelmäßigen Laufs zu vermuthen und auf einen jenseits desselben laufenden und ihn störenden Planeten zu schließen? So, sagt Mädler, darf man die Hoffnung aussprechen, daß die Analysis einst diesen höchsten ihrer Triumphe feiern und durch ihr geistiges Auge Entdeckungen in Regionen machen werde, in die das körperliche bis dahin einzudringen nicht vermochte. Hätte man sehr genaue Saturnsbeobachtungen aus einer langen Reihe von Jahren besessen, so wäre es möglich gewesen, den Uranus theoretisch zu entdecken, bevor ihn Herschel aufgefunden hatte, vorausgesetzt, daß alle andern störenden Massen hinreichend genau bekannt und in Rechnung gebracht worden wären.

Und so sind wir denn geneigt, wenigstens zunächst noch einen Planeten in der Entfernung von 776 Meilen um die Sonne sich bewegen zu lassen. Die Ursache seines Herumkreisens ist dieselbe, wie bei den übrigen Planeten, nämlich die mächtige Kraft, mit welcher die Sonne den Planeten zu sich zieht (Centripetalkraft) und die durch irgend einen Stoß dem Planeten ertheilte Kraft, sich von der Sonne zu entfernen (Centrifugalkraft). Die Kraft der Schwere ist die Fessel, mit welcher der leichtere Körper, obgleich für uns unsichtbar, an den schwereren gekettet ist, und an welcher er sich um diesen herum bewegen muß, wenn er dem mächtigen Zug des schwereren nach seinem Mittelpunkte hin mit voller Kraftanstrengung sich widersetzt und vermöge des ursprünglichen Stoffes in's Unendliche hin fort zu fliehen sucht. Fragen wir freilich nach der letzten Ursache der Kräfte, nach der Ursache, welche diesen zwei, durch kein materielles Band mit einander verbundenen Körpern die Fähigkeit ertheilt, gegenseitige Bewegungen hervor zu bringen, so befinden wir uns an der Grenze

menschlicher Erkenntniß und erhalten keine Antwort. Für uns ist das Daseyn der Kräfte eine Thatsache, eine wesentliche Eigenschaft alles Körperlichen, deren entferntere Ursache gleichgiltig bleibt, wenn es sich um die Erklärung nicht dieser Thatsache selbst, sondern der daraus hervorgehenden Erscheinungen handelt. Wie wir in der Folge noch näher sehen werden, zeigt sich diese Schwerkraft als das mächtige Band, das nicht nur unser Sonnensystem zusammenhält, sondern das ganze Weltall zu einem majestätischen Ganzen verknüpft und in allen Räumen der Schöpfung die Erhaltung der bewundernswürdigsten Ordnung ermittelt. Denn alle einzelnen Himmelskörper haben Beziehungen und Schwere zu einander und zum Ganzen, aber in solcher Weise, wie die Glieder eines gesunden Leibes, welche sich ohne alles belästigende Gefühl von Schwere in frischer Lebenskraft regen, weil die organische Spannung der Glieder gegen einander jegliches Bedrückende in schönes, schwebendes Gleichgewicht auflöst. Monden- und Sonnensysteme regen sich in ihrem durch wechselseitige Lebensspannung beschwingten Schweben, frei und leicht, ohne Druck und Schwerfälligkeit, in innerem Genügen und in ewiger Lebensfülle.

Fünfzehnte Vorlesung.

Die Fixsterne.

Welche Sterne die Alten mit diesem Namen belegten, wie sie dieselben ihrer Lichtstärke nach in verschiedene Classen oder Größen eintheilten und aus ihnen gewisse Gruppen zu Sternbildern formirten, um sich desto leichter am Himmel unter ihnen auszukennen, haben wir, Hochverehrte, bereits früher bei unseren nächtlichen Beobachtungen des gestirnten Himmels näher kennen gelernt. Der Mangel gut gearbeiteter Instrumente und der Fernrohre standen den Alten im Wege, Näheres über die sogenannten Fixsterne zu erfahren. Ich sage sogenannte Fix-

sterne, weil, wie wir bereits gehört haben, diese Benennung streng genommen nicht mehr giltig ist, da diese Sterne in der That eigene Bewegungen zeigen, nur daß diese für unseren Anblick Millionen mal langsamer sind als die eigenen Bewegungen der Planeten und daher der Beobachtung der Alten entgehen mußten. Außer dieser Kenntniß einer eigenen Bewegung ist es wenig, was wir von den Fixsternen wissen; nur ihre Anzahl hat sich dadurch, daß der ganze südliche Himmel unserem Blick sich eröffnete, bedeutend vermehrt und die Anzahl der Sternbilder ist theils aus dieser Ursache, theils durch die Benennung kleinerer Sterngruppen am nördlichen Himmel mit eigenen Namen mehr denn doppelt so groß geworden.

Der berühmte Astronom Lacaille reiste 1750 an das Vorgebirge der guten Hoffnung und beobachtete daselbst mit seltenem Fleiße in 127 Nächten die genaueren Positionen von nicht weniger als 10000 Sternen. Allein schon früher beschäftigten sich, freilich auf eine weniger wissenschaftliche Weise, viele geschickte Seefahrer mit dem südlichen, vorher ihnen unbekannten Himmel, an dem die größeren Sterne mehr in Massen zusammen treten und verhältnißmäßig sternenleere Regionen zwischen sich lassen, während auf der nördlichen Halbkugel beiläufig alle Gegenden gleich reichlich mit größeren Sternen versehen sind, und formirten schon zu Ende des XVI. Jahrhunderts aus vielen Sternen dieser Halbkugel 12 neue Sternbilder, denen Lacaille noch weitere 14 hinzufügte. Auch am nördlichen Himmel blieb man mit der Formirung einzelner nicht zurück, da die Astronomen darauf ausgiengen, das Andenken an ihre königlichen Beschützer und ihre Lieblinge, so wie an gemeinnützig, großartige Erfindungen am Himmel zu erhalten, und so entstanden denn nun folgende 56 neue Sternbilder, von denen die 37 zuerst genannten noch in unseren Gegenden, wenn auch einige nur zum Theil, sichtbar sind.

Die 56 neueren Sternbilder sind:

1) das Rennthier,
2) der Erndtehüter,
3) das Einhorn,
4) der kleine Löwe,
5) der Luchs,
6) der Cameleopard,
7) der Poniatowkische Stier,
8) die Jagdhunde,
9) das Herz Carl II.,
10) die Eidechse,
11) der kleine Triangel,
12) die Fliege,
13) die Friedrichsehre,
14) der Brandenburg. Scepter,
15) die Georgsharfe,
16) der Mauerquadrant,
17) das Herschel. Teleskop,
18) die Taube,
19) der Vogel Einsiedler,
20) der Luftballon,
21) das Mikroskop,
22) die Buchdruckerwerkstatt,
23) der Grabstichel,
24) die Staffeley,
25) die Katze,
26) der chemische Apparat,
27) die Elektrisirmaschine,
28) die Bildhauerwerkstatt,
29) der Schiffscompaß,
30) das Fernrohr,
31) der Sextant,
32) der Fuchs mit der Gans,
33) der Sobieskische Schild,
34) der Cerberus,
35) das Lineal,
36) der Berg Mänalaus,
37) die Luftpumpe,
38) der Indianer,
39) der Kranich,
40) der Phönix,
41) der fliegende Fisch,
42) der südliche Triangel,
43) der Paradiesvogel,
44) der Schwertfisch,
45) das Chamäleon,
46) die Pendeluhr,
47) das Kreuz,
48) der Zirkel,
49) der Tafelberg,
50) der Pfau,
51) die Amerik. Gans, Toukan,
52) die große und kleine Wolke, Kohlensäcke,
53) das rhomboidische Netz,
54) die Eiche Carl II.,
55) der Seeoktant,
56) die Biene.

Aus dieser Benennung der Sternbilder, vornehmlich des südlichen Himmels ersieht man leicht, daß man diesen den artistisch, wissenschaftlichen, den nördlichen dagegen, wo hauptsächlich die Sternbilder der Alten prangen, so wie die den Aequator umge-

bende Mittelzone, den mythologischen nennen könne, wenn nicht vielleicht eine spätere Zeit auf eine Reformation des Himmels eingeht, wie deren schon einige vorgeschlagen wurden.

Ein Patricier zu Augsburg, Julius Schiller (1627), wollte aus Pietät an die Stelle der heidnischen Bilder die der Heiligen in der Bibel: die Apostel, Patriarchen, Propheten und Kirchenheiligen gesetzt wissen, und zwar in die nördliche Halbkugel solche aus dem neuen, und in die südliche solche aus dem alten Testament; in der Sonnenbahn aber sollten die Bilder der zwölf Apostel statt jener 12 bekannten Sternbilder der Alten prangen: der Apostel Petrus die Stelle des Widders, Andreas die des Stiers u. s. w. einnehmen, überhaupt, um nur noch Einiges anzuführen, sollte der große Bär Schifflein Petri, der kleine Bär Erzengel Michael, der Pegasus Engel Gabriel, der große Hund König David, die Cassiopeja Maria Magdalena, die Leyer die Krippe, die Andromeda das Grab Christi, der Drache die unschuldigen Kindlein, der Herkules die drei Könige, das Schiff die Arche Nohas u. s. w. heißen. Ein gewisser Professor Weigel zu Jena (1657) kam aber sogar auf den fast beispiellos lächerlichen Einfall, den Himmel mit den Wappen der Europäischen Fürsten zu bedecken und z. B. den Schwan durch die Kurschwerter, den Adler und Antinous durch den preuß. Adler, den Orion durch den römischen zweiköpfigen Adler, den großen Bären durch den dänischen Elephanten, die Plejaden durch das Einmaleins, als das Wappen der Kaufleute, den Krebs durch die Krippe, als das Wappen der Landleute u. s. w. vertreten zu lassen. Noch neuerer Zeit wollte eine gewisse Universität, wie Littrow sagt, den Orion vom Himmel verdrängen, indem sie dem Kaiser der Franzosen, als er in ihren Mauern sich eingefunden, in einer feierlichen Anrede ihren Entschluß zu erkennen gab, genanntes schöne Sternbild solle von nun an Napoleon heißen.

Allein man ließ es bei solchen Vorschlägen, die doch nur Verwirrung herbeigeführt und wesentlich nichts genutzt hätten,

bewenden, ging weder auf Schillers biblischen, noch Weigels heraldischen Himmel ein und behielt die alte Benennung der Sternbilder bei. Ein früher gemachter Vorschlag zur Bezeichnung der einzelnen Sterne eines Sternbildes, welches die Alten theils durch eigene Namen, theils dadurch zu erreichen suchten, daß sie die Sterne nach ihren Oertern in den Bildern aufzählten und sie durch Benennungen, die man von diesen Oertern entlehnte von einander unterschieden, wie z. B. Enif Nase, Deneb Schwanz, Fomahand Maul, Markab Sattel u. s. w. durch die Buchstaben des griechischen Alphabets der Ordnung ihrer Größe nach wurde gerne angenommen. Johann Bayer aus Augsburg führte zuerst diese Methode in seinen im Jahre 1600 herausgegebenen Sterncharten ein; reichte das griechische Alphabet zur Bezeichnung der einzelnen Sterne nicht aus, so nahm man das lateinische zu Hilfe und nach diesem die gewöhnliche Zahlenreihe der arabischen Ziffern 1, 2, 3, u. s. w., wo die Aufeinanderfolge der Zahlen die der geraden Aufsteigung der Sterne ist, d. h. jeder der kleineren Sterne eines Sternbildes eine um so niedrigere Ziffer hat, je weiter er nach West hin im Sternbilde seine Stelle einnimmt.

Durch den Astronomen Bode erhielten ihre Stelle am Himmel: die Friedrichsehre und der Brandenburgische Scepter; durch Hell die Georgsharfe und das herschel. Teleskop; durch Halley das Herz und die Eiche Carls II., auf welch' letzterer Carl sich 1651 nach der an Cromwell verlornen Schlacht bei Worcester verborgen hatte; durch Hevel der Schild des Sobieski, durch Pokzobut der Poniatowkische Stier, durch la Lande der Erndtehüter, Messier, wegen der nördlichen Gradmessungen. Letzterem berühmten französischen Astronomen verdankt auch das jüngste Sternbild, die Katze, seine Stelle am Himmel. Ich liebe, sagte er, die Katzen gar sehr; ich lasse dieß Bild auf die Charten stechen. Der gestirnte Himmel hat mich in meinem Leben genug ermüdet, daß ich nun wohl auch meinen Spaß haben kann. Und so geschah es denn auch und wir finden dieß Sternbild in

seinem 1801 herausgegebenen Himmelsatlas, der nicht weniger als 50000 Sterne der neun ersten Größen enthält. Bodes großer Atlas zählt auf 20 großen Charten nur 17240 beobachtete Sterne: dagegen wurde Lalands Atlas wieder durch den des Göttinger Professors Harding, des Entdeckers der Juno, an Reichhaltigkeit übertroffen, der sogar 120000 Sterne auf 30 sehr großen Blättern verzeichnet enthält und in dieser Beziehung gewiß alles leistet, was nur zu wünschen ist. Freilich ist die Anzahl der durch das bewaffnete Auge sichtbaren Sterne eine unverhältnißmäßig größere, aber die Charten sollen ja auch nicht alle Sterne angeben, sondern gleichsam als Anhaltspunkte zur Orientierung am Himmel nur die mehr in die Augen fallenden, größeren Sterne.

Die Anzahl der einem scharfen, aber unbewaffneten Auge zu gleicher Zeit sichtbaren Sterne mag unter günstigen Umständen sich auf 5000 belaufen. Allein mit bewaffnetem Auge sieht man schon auf einem Raume, wie der des Vollmonds, an manchen Stellen des Himmels nicht selten viele Hunderte von Sternen, was besonders von der Milchstraße gilt, in welcher Herschel auf einem Raum, der ohngefähr 125 mal so groß als der des Vollmondes war, selbst 258000 Sterne deutlich erkennen konnte. Die in der Milchstraße allein befindlichen Sterne schätzt Herschel auf 18 Millionen, welche Anzahl aber gewiß noch zu gering angenommen ist, da selbst in den stärksten Fernröhren der Grund des Himmels an der Stelle der Milchstraße ein weißlich schimmernder bleibt, der auf eine noch unvollständige Auflösung deutet. Wie groß aber die Anzahl der dem bewaffneten Auge überhaupt noch erkennbaren Sterne des ganzen Himmelsgewölbes ist, läßt sich keineswegs nur etwas annähernd bestimmen; nach einer anderen Zählung, die Herschel in der Gegend der Keule des Orion vornahm, würde die ganze Himmelssphäre mehr als 68 Millionen Sterne haben, wenn sie überall gleich dicht beisammen wären, allein in anderen Gegenden stehen sie dichter, wieder in anderen weniger dicht.

Gewöhnlich zählt man zu den 18 Millionen Sternen der Milchstraße noch 12 Millionen des übrigen Theils des Himmels, so daß wir es im Ganzen mit 30 Millionen an der ganzen Himmelskugel befindlichen Sternen zu thun haben.

Was nun die eigene Bewegung der Fixsterne betrifft, so ist diese von einer großen Anzahl derselben bereits außer allem Zweifel gesetzt. Aber nicht bloß hinsichtlich ihrer gegenseitigen Stellung und ihres absoluten Ortes im Weltraum treten bei ihnen Veränderungen ein, auch hinsichtlich ihrer Farbe und Größe, was mehr mit ihrer Natur zusammenhängt, ist dieß der Fall. Sirius, der jetzt blendend weißes Licht hat, fiel den Alten durch seine rothe Farbe auf, und so veränderten noch mehrere Sterne ihre Farbe. Besonders sind diese Veränderungen aber hinsichtlich ihrer Größe zu beachten. So war Athair im Adler zu Ptolemäus Zeiten Stern dritter Größe, jetzt ist er erster; war Castor früher größer als Pollux, Alphard früher erster, jetzt zweiter Größe; besonders scheinen die sieben Sterne des großen Bären ihr Licht beständig zu ändern, so daß bald dieser bald jener als der größte erscheint. Ueberhaupt finden wir in den älteren Sternkatalogen viele größere Sterne angeführt, die wir nicht finden, und vermissen viele, die unseren Vorfahren unbekannt waren. Alle können doch nicht wohl der Nachlässigkeit der früheren Beobachter oder ihren Rechnungs- und Schreibfehlern zugeschrieben werden? Keineswegs, denn wir kennen bereits nicht weniger als 15 Sterne, deren scheinbare Größe wechselt, und welche deßhalb veränderliche Sterne genannt werden, und wissen bereits von drei Sternen, daß sie neu erschienen, eine Zeit lang am Himmel sichtbar waren und darau wieder verschwanden.

Zu ersteren, den veränderlichen Sternen, gehört vor Allem der helle Stern zweiter Größe, Algol im Medusenhaupt, der ohngefähr innerhalb 3 Tagen, genauer innerhalb 2 Tagen 20 Stunden 48 Minuten, als Stern von 2ter und 4ter Größe erscheint, und der Stern Mira im Wallfisch, welcher in einem

Zeitraum von 336 Tagen von zweiter bis zehnter Größe wechselt und deßhalb oft gänzlich verschwunden zu seyn scheint, wobei noch das besonders zu bemerken, daß er nur 40 Tage braucht, um von der 6ten Größe bis zur zweiten zu wachsen, aber 66 Tage, um wieder bis zur 6ten Größe abzunehmen. Andere halten die Periode ihrer Lichtveränderung nicht regelmäßig, wie die beiden genannten, ein, wie z. B. ein Stern erster Größe, der 1600 von Kepler beobachtet wurde, 1621 gänzlich unsichtbar war und erst 1655 von Cassini wieder als Stern 3ter Größe aufgefunden wurde, welche Größe ihm auch gegenwärtig noch zukommt.

Als neue Sterne sind anzuführen der sogenannte Stern des Tycho und des Keplers, zweier Astronomen, die wir bereits hinreichend kennen gelernt haben, und ein Stern, den Cassini beobachtete. Ersterer zeigte sich am 11. November 1572 plötzlich im Sternbilde der Cassiopeja mit solchem Glanze, daß Tycho durch den Zusammenlauf des erstaunten Volks auf den neuen. plötzlich aufleuchtenden Stern aufmerksam gemacht wurde. Der Stern übertraf in der ersten Zeit seines Erscheinens am Glanze die hellsten Sterne des Himmels, so daß man ihn selbst bei Tage, und Nachts selbst durch mäßige Wolken sehen konnte, aber schon nach kurzer Zeit, im März 1574, war er am Himmel verschwunden. Letzteren entdeckte Kepler am 10. October 1604 im Ophiuchus, wo er als Fixstern erster Größe glänzte und bald darauf 1605 wieder verschwand. Den dritten neuen Stern fand Cassini am Kopfe des Schwans den 20. Juni 1670. Er zeigte sich von 3ter Größe, war aber schon nach 3 Monaten verschwunden. Erst am 17. März 1671 erschien er wieder als Stern vierter Größe, nahm hierauf an Größe ab und entzog sich am 29. März 1672 als Stern sechster Größe unserem Blicke. Auch Hipparch soll auf die Erscheinung eines neuen Sterns aufmerksam gemacht und dadurch zur Abfassung seines Fixsternenkatalogs bestimmt worden seyn.

Die Veränderlichkeit des Lichtes der Sterne suchten Einige dadurch zu erklären, daß sie die Sterne in Folge einer sehr schnellen Achsenbewegung von sehr stark abgeplatteter, linsen- oder mühlsteinförmiger Gestalt annahmen, von der sie uns bald die größere, bald die kleinere Seite zukehren; Andere dadurch, daß sie diesen Sternen eine dunkle Seite zuschrieben oder dunkle Körper um sie herumkreisen ließen. Welche Ursachen aber auch diesen Erscheinungen zu Grunde liegen mögen, ihre Wirkung muß jedenfalls eine gewaltige, ungewöhnlich große und ausgedehnte seyn, denn nur durch die ungeheuersten Umwälzungen können bei so entfernten und großen Massen solche Wechsel hervorgebracht werden, wie es z. B. bei Mira der Fall ist. Unsere Sonne würde Etwas der Art für große Fernen erst dann wahrnehmen lassen, wenn etwa eine ihrer Seiten mit 15 bis 20 mal so viel Flecken, als sie bei der größten Frequenz zu zeigen pflegt, versehen, die andere aber fleckenfrei wäre.

Bezugs der neu erschienenen und bald darauf wieder verschwundenen Sterne wurde die Meinung aufgestellt, daß sie wohl nichts Anderes gewesen sind, als ein plötzliches, mit gleichsam elektrischer Gewalt entstehendes Verdichten und helleres Aufglänzen des allgemein über das ganze Himmelsgewölbe gleich einer leuchtenden Atmosphäre verbreiteten Lichtnebels. Wir können uns wenig damit befreunden und sind lieber einer anderen Ansicht zugethan, nach der in jenen fernen Räumen ein Wachsen, Abnehmen, Entstehen und Vergehen eben so wechselt, wie wir dieß hier unten bei allen Werken der Natur bemerken. Welten entstehen und vergehen, und während z. B. das matte, planetarische, gleich dem einer allmählig erlöschenden Kohle trübröthliche Licht des Aldebaran von dem hohen kraftlosen Alter dieses Gestirns Zeugniß zu geben scheint, spricht das lebhafte, scintillirende Licht des Sirius, mit dem er flammt, das frische Jugendalter dieses Himmelskörpers aus. Die ungeheuer große Entfernung der Fixsterne von unserer Erde wird stets das Hinderniß bleiben, uns

mit ihrem Wesen und ihrer Natur näher bekannt zu machen, und nur so viel scheint in dieser Art festzustehen, daß sie mit eigenem Lichte leuchten und weit außerhalb des Bereichs der Wirksamkeit unserer Sonne stehen, eigene Sonnen sind, wahrscheinlich von ungleich größeren Dimensionen, als die unsrige, welche schon den Bewohnern des Uranus nicht größer als uns ein Fixstern erster Größe erscheint.

Von dieser Entfernung der Fixsterne, so wie der Entfernung der Planeten hatten die Alten sehr unrichtige Ansichten. Einige ließen die Sonne und den Mond weiter von der Erde entfernt seyn, als die Fixsterne, und so wurde im Allgemeinen ihre Entfernung viel zu geringe angenommen, was wohl auch eine Hauptursache seyn mochte, auf die schon zu ihrer Zeit aufgestellte Ansicht von der Bewegung der Erde um die Sonne nicht einzugehen, weil in diesem Falle sich eine veränderte Stellung und Lage der Fixsterne zu einander hätte bemerklich machen müssen. Aber selbst bis in die neuere Zeit war man trotz der sorgfältigst gearbeiteten Instrumente nicht im Stande, die Entfernung auch nur der uns zunächst stehenden Fixsterne annähernd zu bestimmen und vermochte höchstens die Grenzlinie zu bezeichnen, innerhalb welcher die Fixsterne sich von uns aus nicht befinden können. Die 40 Millionen Meilen nämlich, um welche wir von einem gewissen Fixsterne weiter entfernt uns befinden, als ein halbes Jahr zuvor, zeigen sich gegen die Entfernung des Sterns als eine in dem Grade verschwindende Größe, daß man das Fernrohr von dem entfernteren Punkte der Erde in ihrer Bahn aus nicht um 2 Sekunden zu neigen braucht, um den Stern genau in dessen Mitte zu bekommen, vielmehr daß man in beiden Punkten durch dieselbe Neigung Gleiches erreicht, gerade als ob die Erde fest und unbeweglich an ein und derselben Stelle verbliebe. Fände eine solche Neigung von 2 Sekunden Statt, oder würden die Bewohner des Sterns unsere Erdbahn unter einem Winkel von 2 Sekunden sehen, in welchem Falle der Sterne eine jährliche Parallaxe von 1 Sekunde

hätte, so berechnete sich nach den Lehren der Trigonometrie die Entfernung des Sterns von uns auf mehr denn 4 Billionen (4''271300000000) geographische Meilen, welche Strecke, Sternweite genannt, das Licht, dessen Geschwindigkeit in einer Sekunde selbst 42000 Meilen beträgt, erst in 1102 Tagen, oder in 3 Jahren 7 Tagen durcheilen würde. Nun konnten aber die sorgfältigsten Beobachter keineswegs eine solche jährliche Parallaxe von 1 Sekunde von irgend einem Sterne mit Zuverlässigkeit bemerken, was zu dem Schlusse berechtigte, daß auch die uns zunächst stehenden Fixsterne nicht unter 4 Billionen geographische Meilen sich von uns entfernt befinden. Würde, was jedoch nicht durchweg der Fall ist, der Unterschied des Glanzes unter den Sternen von dem Unterschiede ihrer Entfernung von der Erde abhängen, so daß die Sterne der zweiten Größe nochmals, die der dritten dreimal u. s. f. weiter entfernt wären, als die der ersten, und erreichten nach Herschel die in unserem Weltengebiete nach einander befindlichen Schichten von Fixsternen die Zahl Tausend, so brauchte das Licht, denn nur dessen Geschwindigkeit kann uns einigermaaßen als Maaßstab dienen, über 3000 Jahre, um von dem entferntesten Fixstern unserer Milchstraße zu uns herabzukommen, nur unser Weltgebiet zu durcheilen. Der kühnen Phantasie war hinsichtlich dieser Entfernungen der Fixsterne, wie leicht ersichtlich, großer Spielraum gegeben, und schon Herschel, der große Kenner des Himmels, war darauf bedacht, ein Mittel ausfindig zu machen, die Entfernung der Fixsterne näher zu bestimmen. Galilei, dessen wir schon öfters gedachten, hatte in der That schon auf ein solches aufmerksam gemacht, indem er bemerkte, daß jede Sterngruppe, bei welcher die beträchtlichen Unterschiede in der Lichtstärke der Sterne ihren Grund in der großen Verschiedenheit der Entfernung hätten, ein sehr einfaches Beobachtungsmittel zur Beurtheilung des Abstandes des glänzenderen Sterns von der Erde abgeben würde. Davon überzeugt man sich leicht durch folgende Betrachtung:

Denken wir uns Fig. 40, eine gerade, horizontale Linie AB, welcher entlang ein Beobachter sich mit einem zum Messen von Höhenwinkeln tauglichen Instrumente bewegen kann, und oberhalb dieser Linie AB befinden sich in ungleichen Höhen zwei kleine Gegenstände C und D. Befindet sich der Beobachter in E, so liegen die beiden Objekte D und C in derselben Gesichtslinie und im Rohre des Instruments wird das nähere D das entferntere C decken. Sobald aber der Beobachter seinen Platz E verläßt, und sich von demselben links oder rechts aufstellt, so wird damit eine veränderte Stellung von D und C gegeben seyn. Im Punkte F wird D mit C nicht mehr in gerader Linie liegen, sondern D über C zu stehen kommen; das Gegentheil findet in G Statt, wo D sich unterhalb C darstellt, woraus also ersichtlich, daß die gegenseitigen Stellungen der zwei verschieden entfernten Objekte nothwendiger weise wechseln, wenn der Beobachter seinen Standpunkt verändert. Geht man von E links nach F, d. h. gegen die Objekte zu, so wird man für beide Gegenstände das Fernrohr höher richten müssen oder der Höhenwinkel wird für beide größer werden, jedoch für den näheren D wird dieß bei Weitem mehr der Fall seyn, als bei dem entfernteren C. Geht man im Gegentheil von E aus rechts nach G, so werden beide Höhenwinkel abnehmen, aber beide Abnahmen für beide Objekte wiederum nicht gleichen Werth haben. Diese Zunahmen und Abnahmen der Höhenwinkel wachsen mit den Entfernungen EF und EG, um welche man von E aus, wo D und C in gerader Linie liegen, seinen Standpunkt verändert, und sind diese Entfernungen im Vergleich mit der Entfernung des visirten Punktes verschwindend klein, so werden auch die Höhenwinkel in F und G sich wenig oder gar nicht von dem in E unterscheiden, was besonders für den entfernteren Gegenstand C gilt. Ist C außerordentlich weit entfernt, so hängt die gegenseitige Stellung von D und C nur allein von den Aenderungen ab, welche der Höhenwinkel des näher gelegenen D zu erleiden hat, und diese erkennt und mißt man am entfernte-

ren Objekte C, das zum allergenauesten Abzeichnen dient, worauf man D beziehen kann.

Sind nun D und C zwei Sterne, D ein Stern erster oder zweiter Größe und C ein Stern der sechsten oder siebenten, wo der kleinere Stern nur vermöge seiner bei Weitem größeren Entfernung als der kleinere erscheint, so wählt man zu Beobachtungsorten G und F die Endpunkte eines Durchmessers der fast kreisrunden Ellipse, welche die Erde jährlich um die Sonne beschreibt, und mißt an beiden um 40 Millionen Meilen von einander entfernten Punkten mit Hilfe eines kleinen, unter dem Namen Mikrometer bekannten Instrumentes, welches, im Innern des Fernrohrs begriffen, lediglich aus zwei Fäden besteht, wovon der eine fix und der andere mittelst einer Schraube beweglich ist, die Strecke, um welche die beiden Objekte in dem einen und dem anderen Punkte von einander entfernt sind, und berechnet hieraus die wahre Entfernung des größeren Sterns von unserer Erde. Solcher Sterne gibt es nun gewiß eine gute Anzahl, und auf diese Weise ist es bereits mehreren Astronomen gelungen, uns mit der wahren Entfernung einzelner Sterne von unserer Erde bekannt zu machen. So findet Bessel die veränderte Stellung des Doppelsterns 61 im Schwan von beiden Endpunkten eines Durchmessers der Erdbahn aus $^2/_3$ Sekunden groß, oder die jährliche Parallaxe des uns näher stehenden Sterns = $^1/_3$ Sekunde, welcher zufolge der Stern über 12 Billionen Meilen entfernt ist, so daß das Licht erst in 9 Jahren 3 Monaten von ihm zu uns herabkommt. Struve findet die Parallaxe des Fixsterns erster Größe, Wega in der Leyer, nur $^1/_4$ Sekunde groß und dessen Entfernung berechnet sich auf nahe 16 Billionen Meilen, welche das Licht in 12 Jahren 1 Monat durcheilen würde. Endlich haben in neuester Zeit Maclear und Henderson am Cap der guten Hoffnung einige südliche Sterne in Bezug auf Parallaxe beobachtet und darunter einen, den hellsten Stern im Centauren, gefunden, für welchen sie größer als 1 Sekunde zu seyn scheint, und gewiß größer,

als die der beiden vorher genannten Sterne ist. Wir werden in der Folge der Zeit sowohl über die Parallaxe dieses Sterns, als auch über die des Sirius, für welchen sie beiläufig 1/4 Sekunde betragen soll, weitere Beobachtungen und ihre Resultate erhalten; sehr wahrscheinlich aber steht der hellste Stern im Centauren, der Fixstern zweiter Größe ist, eine sehr starke eigene Bewegung hat und von einem Sterne vierter Größe umkreiset wird, unserer Erde unter allen Fixsternen am nächsten, nämlich nur etwa 200000 Sonnenweiten oder 4 Billionen Meilen, und sein Lichtstrahl gelangt in etwas mehr als 3 Jahren zu uns. Befände sich seit Erschaffung der Welt eine Kanonenkugel in immerwährender Bewegung von diesem Sterne aus zu uns, und durchliefe sie in jeder Sekunde 1000 Fuß, so würde sie dennoch erst den 480ten Theil des Weges vom Stern bis zu uns zurück gelegt haben.

Durch die Hilfe der Doppelsterne und zwar der optischen, d. h. solcher, die nicht in der That, sondern nur scheinbar neben einander stehen, in so ferne sie weit hinter einander sich befinden, ist nun, wie wir gesehen haben, die Möglichkeit gegeben, über die Parallaxe der Sterne und dadurch über ihre Entfernung von unserer Erde sichere Auskunft zu erhalten. Aber nichts desto weniger trägt auch die nähere Beobachtung und Betrachtung der anderen Art Doppelsterne, der sogenannten physischen, welche in der That sehr nahe bei einander stehen und in nahe gleicher Entfernung von unserer Erde, zur Erweiterung und Berichtigung unserer Kenntnisse vom gestirnten Himmel und seinen Welten nicht wenig bei und läßt uns Betrachtungen und Vermuthungen über den Bau des Himmels anstellen, die vor der Entdeckung der Doppelsterne nimmermehr möglich waren. Der ältere Herschel war der Erste, welcher durch sein Riesenteleskop bemerkte, daß eine große Anzahl Sterne, welche dem unbewaffneten oder selbst dem schwach bewaffneten Auge einfach erscheinen, sich in eine Gruppe von zwei, drei und mehreren Sternen auflösen, welche einander außerordentlich angenähert erscheinen. Dabei ist gewöhnlich einer

der Sterne bedeutend größer, als die übrigen, und dieß mochte Herschel Anfangs zu der Annahme bloß optischer Doppelsterne, bei welcher die beträchtlichen Unterschiede in der Lichtstärke ihren Grund in der großen Verschiedenheit der Entfernung hätten, geführt haben. Allein bald entdeckte er, daß dieß keineswegs bei allen diesen Sternpaaren der Fall ist, daß die Sterne von ungleicher Größe, welche Gruppen bilden, nicht von einander unabhängige Sterne sind, deren Vereinigung in einem sehr enge begränzten Raum nur eine bloße Wirkung der Projection oder der Perspective ist, sondern daß diese Sterne genau mit einander verbunden sind, wirkliche Systeme bilden, ja daß ihre gegenseitigen Stellungen unaufhörlich wechseln und die kleinen Sterne die großen umkreisen, gerade so wie die Planeten um die Sonne sich bewegen. Zu diesen Resultaten gelangte Herschel während seiner 20jährigen Beobachtungen, die er besonders den Doppelsternen widmete. Die Umlaufszeiten waren bei den meisten freilich so groß, daß er die genauere Bestimmung derselben der folgenden Generation überlassen mußte. Diese Aufforderung ließ sein Sohn nicht unbeachtet vorüber gehen; seine lange, fortgesetzte Beobachtung der Doppelsterne unter dem reinen, nur selten getrübten, südlichen Himmel am Vorgebirge der guten Hoffnung lehrte ihn nicht nur das bestätigen, was sein Vater über sie ausgesprochen, sondern auch erkennen, daß die Doppelsterne Ellipsen um einander beschreiben, daß der große Stern den kleinen im umgekehrten Verhältnisse des Quadrats ihrer Entfernungen anzieht, und daß daher auch dort in jenen ungemessenen Fernen von unserem Sonnensystem das Gesetz der allgemeinen Schwere das herrschende ist, ja daß sich dieses Gesetz unserem Geiste mit unwiderstehlicher Kraft als das allgemeine Gesetz der ganzen endlosen Schöpfung ankündigt. Die Doppelsterne werden durch dieselbe Kraft regiert, welche in unserem Sonnensystem allen Bewegungen der Planeten und Satelliten zu Grunde liegt, und die berühmte Newtonische Anziehung, deren Allgemeinheit bisher

nur für die Grenzen des von dem am weitesten von der Sonne entfernten Planeten, des Uranus, umschriebenen Raums und des am weitesten gehenden Kometen festgestellt war, ist im vollsten Sinne des Worts allgemeingiltig geworden.

Die frühere Ansicht des älteren Herschels, daß die Fixsterne zweiter Größe nochmals so weit von uns entfernt wären, als die der ersten u. s. w. zeigte sich durch die Beobachtung der physischen Doppelsterne, wo der eine viel kleiner erscheint als der andere, als unhaltbar und die erscheinende geringere Größe der Sterne hängt ungleich weniger von ihrer größeren Entfernung als ihrer geringen körperlichen Größe und der Lichtstärke und Helligkeit ab, mit der sie uns sichtbar werden. Jedoch ist der Unterschied zwischen der Größe des größeren und kleineren Sterns keineswegs so bedeutend, daß der kleinere sich um den größeren, ruhenden herumbewege, sondern beide bewegen sich um den zwischen ihnen befindlichen Schwerpunkt, wie es stets bei zwei Körpern der Fall ist, deren Massen nicht zu sehr von einander verschieden sind. Hat doch schon wegen des gleichen Lichtglanzes, mit dem der kleinere Stern uns erscheint, derselbe ein eben so großes Recht, für das gehalten zu werden, was der größere ist, mit dem er durch gemeinschaftliche Bewegung verbunden, für eine Sonne, und nicht für einen Planeten, der nur im reflectirten Lichte strahlt! Ist der Stern physisch dreifach, so bewegen sich die zwei kleineren Sterne um ihren Schwerpunkt und erst dieser umkreiset den größten Stern des Systems. Solcher Systeme von drei- und vierfachen Sternen bemerkte man jedoch sehr wenige, und Struves Katalog der Doppelsterne, der bis vor wenig Jahren über 3000 zweifache zählte, führte nur 52 dreifache Sterne auf. Diese Anzahl ist das Ergebniß der Prüfung von 120000 verschiedenen Sternen, und es stellte sich demnach heraus, daß im Durchschnitte von 40 Sternen einer als doppelt, dreifach oder mehrfach angesehen werden müsse, wobei jedoch zu bemerken, daß später mancher Stern als doppelt erscheint, der früher, weil er den Begleiter deckte, einfach er-

schien, und daß man selbst in großen Refractoren noch keilförmige Sternchen sieht, die erst größere Instrumente als doppelt zeigen. Wenn diese raumdurchdringenden Instrumente immer größere Stärke erhalten, dann wäre es wohl möglich, daß unser Auge am Himmel nicht vereinzelten Sternen, die wir als Sonnen zu betrachten haben, begegnete, sondern lauter größeren oder kleineren Chören, welche zu Systemen vereinigt wären. Unsere Sonne selbst hält Struve für einen einfachen Fixstern. Bildete sie mit einem anderen Stern einen Doppelstern, so müßte dieser wegen seiner großen Nähe zur Sonne sich von den übrigen Fixsternen durch seinen Glanz noch weit mehr unterscheiden, als selbst der hellste Fixstern des Himmels, Sirius. Noch sicherer aber müßte er sich durch die Veränderung seines Ortes am Himmel kund thun. Um welchen Centralkörper aber die Bewegung unserer Sonne, von welcher wir uns im Vorhergehenden überzeugt haben, erfolgen möge, läßt sich freilich nicht bestimmen. Argelander findet einige Wahrscheinlichkeit, daß derselbe in der Gegend des Perseus liege, und ist vielleicht dunkler Natur, weil sich daselbst keine so ausgezeichneten Fixsterne befinden, die man für Centralsonnen halten könnte.

Der Macht dieser raumdurchdringenden Instrumente verdanken wir es auch, daß sich viele lichte Stellen des Himmels, sogenannte Nebelflecke, in einzelne Punkte auflösten, und als große Haufen vieler Sterne erkennen ließen, was dem älteren Herschel mit mehr denn 2000 solcher, früher räthselhafter Wesen, die man selbst für leichter und feiner denn das Gewölke des Himmels hielt, als bloße Anhäufungen des Lichtstoffes, vollkommen gelang. Bei allen war es freilich nicht der Fall, und wenn in neuerer Zeit durch die ausgezeichneten Frauenhoferischen Refractoren öfters unter den bereits bekannten Nebeln mehrere sich in Sternhaufen auflösten, so fand man dagegen neue, für geringere Hilfsmittel unsichtbare Nebel, bei denen die Zerlegung in Sterne nur theilweise erfolgte. Jedesmal, gesteht Lamont, dem in

München ein solcher Riesenrefraktor zu Dienste steht, erreichte man eine Grenze, die mit den übrigen wahrzunehmenden Eigenschaften der Nebelflecken keinen Zusammenhang verrieth, und es bleiben noch viele Nebel von jeder Gestalt und Größe übrig, an denen alle Auflösungsversuche selbst mit Anwendung der mächtigsten Instrumente neuester Zeit vollständig gescheitert sind. Die meisten der in Sternhaufen zerlegten Nebelflecken liegen nach der Gegend jenes lichten Streifens am Himmel hin, den wir, den Alten zufolge, die Milchstraße nennen; weiter zu beiden Seiten von der Milchstraße entfernt zeigen sich Nebelflecke dieser Art seltner oder gar nicht mehr. Diese Bemerkung bestimmte Herschel, die Milchstraße als eine große, zu einem Ganzen vereinigte Ansammlung von Sternhaufen, deren Entfernung selbst mehrere Hunderte Sternweiten beträgt, anzusehen, welche einen großen Theil des gesammten, von unserer Fixsternenwelt erfüllten Raums ausmache, und den Grund ihrer Gestalt darin zu suchen, daß das große System, wovon unsere Sonne mit ihrem Gebiete nur ein winzigkleiner Theil ist und wozu alle sichtbaren in und außerhalb der Milchstraße befindlichen Sterne, nur nicht jene unzerlegten Nebelflecke, gehören, nicht die Gestalt einer Kugel, sondern eines sehr platt linsenförmigen Körpers hat, dem nur ein einziger größter Kreis zukommt, von dessen Mitte unser Sonnensystem nicht weit absteht. In der Richtung der Ebene dieses Kreises sehen wir natürlich die Sterne am gedrängtesten und zahlreichsten, in jeder anderen ist dieß weniger der Fall, besonders in der auf dieser Ebene senkrechten Richtung. Denkt man sich die Gesammtheit der Planetenbahnen als Modell geformt und umspannt dieß möglichst dicht mit einer gemeinschaftlichen Hülle, so wird diese gleichfalls ein sehr platt linsenförmiger Körper werden wegen der geringen Neigung besonders der äußeren Planetenbahnen, und der größte Kreis dieser Linse wird mit der Grundebene des Planetensystems nahe zusammen fallen, in welchem man die meisten Himmelskörper erblicken wird. Diese sind freilich in den fragli-

chen Modell nur wenige, aber nun denke man sich den ganzen uns zunächst ringsumgebenden Raum mit vielen Millionen von Fixsternen gleich dicht besetzt und versetze sich in die Mitte desselben, so wird man bei Weitem die meisten nach der Richtung der Grundebene hin erblicken und hier die entferntesten nicht mehr einzeln wahrnehmen, sondern nur ihren vereinigten Schimmer, der ihnen das Aussehen von Nebelflecken, die sich in Sterne auflösen, gibt. Diese Grundebene ist in unserer Fixsternenwelt die Milchstraße, und sie zählt allein nach Herschels Berechnungen über 20 Millionen Sterne, die selbst viele Hunderte von Sternweiten von uns entfernt sind.

So ausgedehnt wir uns aber auch die Grenzen unserer Fixsternenwelt denken und mit so vielen großen Sonnen erfüllt, die den Gesetzen der allgemeinen Schwere unterthan — wenn wir uns nun von diesem großen Gebäude zahlloser Sonnen nur um Hundert seiner Durchmesser entfernen, wie würde es da uns erscheinen? Das unbewaffnete Auge würde gar nichts davon gewahr werden, und nur dem bewaffneten würde es sich als ein Sternhaufe in der Größe des Mondes darstellen; in größerer Entfernung zeigte es sich als schwach leuchtende Scheibe, die sich durch starke Fernrohre in Sterne auflöste, aber in noch größerer Weite erschiene es selbst nur in Riesenrefraktoren als ein bleiches Nebelwölkchen, das sich nimmermehr als aus vielen Millionen von Sternen zusammengesetzt erkennen ließe. Da wir nun solcher Sternhaufen, so wie schwach leuchtender Scheiben, und solcher Nebelwölkchen nach allen Richtungen des Himmels eine nicht geringe Anzahl bemerken, so sind wir geneigt, in ihnen gleichfalls Fixsternsysteme zu erkennen, wie das unsrige, dessen größter Kreis unsere Milchstraße ist, und den Grund ihrer verschiedenen Gestalt nur in den ungleichen Fernen zu suchen, in welchen sie sich von uns befinden. Und so erblicken wir nun den endlosen Raum nach allen Richtungen hin mit zahllosen Milchstraßensystemen erfüllt, deren jedes wieder aus Millionen von Sonnensystemen besteht, und

finden keine Grenze unseres Messens und Zählens. Bedenken wir aber, daß das Licht der entferntesten Sterne selbst unserer Milchstraße viele Tausende von Jahren gebraucht, um zu uns herabzukommen, das Licht der entferntesten bis jetzt bekannten Nebel aber gewiß Hundert Tausende von Jahren, so muß auch das Alter des Weltalls wenigstens eben so groß seyn, und so wenig unsere Meßruthen den Raum, so wenig vermag die Geschichte mehr die Zeit zu fassen; die Bestimmung nach Zeit, Raum und Zahl scheint bei den entfernteren Himmelskörpern sich nicht in Anwendung bringen zu lassen. Ja es ist möglich, daß diese Himmelskörper schon längst erloschen und in ihr Nichts zurückgekehrt sind, und daß wir in der Milchstrasse nicht ihren jetzigen, sondern ihren früheren, gleichsam vorweltlichen, chaotischen Zustand erblicken. Wir sehen sie noch so lange am Himmel erglänzen, bis endlich auch der letzte Strahl, den sie vor Jahrtausenden ausgesendet haben, zu uns gelangt. Wer weiß, ob auch zu Moses und Alexanders Zeiten dort oben Alles so gewesen ist, wie wir es sehen, oder ob nach anderen Jahrtausenden der ganze Himmel sich mit neuen Sonnen überziehen wird, die schon längst da sind, aber noch nicht Zeit genug gehabt haben, uns ihr Licht zuzuschicken? Warum sollte nicht auch in jenen oberen Räumen von einem Entstehen, Wachsen und Vergehen die Rede seyn, wie es auf unserer Erde der Fall ist? Herschel betrachtete das Universum als eine fortwährende Werkstätte von Welten und Weltenansammlungen und erblickte in den unauflöslichen Nebelflecken den Weltenstoff, der einst den ganzen Himmel erfüllte und aus dem sich im Verlauf der Zeit die einzelnen Himmelskörpern gebildet haben und noch bilden, so daß was jetzt noch Nebelfleck ist, später als Sternhaufe glänzen wird. Allein hiebei ist nicht einzusehen, wie diese nebelartigen, leuchtenden Massen sich so lange Zeit in ihren regellosen, zum Theil höchst abentheuerlichen Gestalten erhalten konnten und sich den Gesetzen der in allen Räumen geltenden Schwerkraft zufolge nicht schon längst in eine rundliche Masse zusammen-

zogen haben. Man ließ daher diese Ansicht Herschels von den Nebelflecken, von der er selbst theilweise zurückgekommen war, fallen und hielt es mit der obigen, nach welcher sie wahre Sternhaufen sind, aus vielen einzelnen, in sich abgeschlossenen und selbstständigen Massen bestehende Ganze, die jede beliebige Form haben können, wie unsere Milchstrasse. Der jüngere Herschel und Lamont sind übrigens der Ansicht, daß das Weltgebäude nach Beendigung einer etwa Statt gehabten Bildungsperiode schon längst in den Zustand des Gleichgewichts, des gesetzmäßigen Wirkens und der Alles erhaltenden Ordnung übergegangen ist.

Sey dem nun, wie ihm wolle, so viel sehen wir, daß es hier mit unserem Wissen ein Ende hat, und daß es keines Sterblichen Sache ist, in dieser großen Angelegenheit einen entscheidenden Spruch zu thun. Ueberraschend aber, um mit Mädler zu reden, ist die Erweiterung des geistigen Blickes, den diese entfernten Weltenmassen uns gewähren. Was uns schon eine Unendlichkeit schien, ist immer wieder nur ein einzelnes Glied eines höheren, umfassenderen Organismus.

In welchen Progressionen geht es fort und wo ist das Ende, wenn überhaupt die höher aufsteigende Reihe ein Ende hat? Welche gegenseitige Beziehungen sind es, die diese ungeheueren Weltinseln, deren jede Millionen von Sternen umfaßt, unter einander verbinden? Ist zuletzt Alles, wie weit es auch reiche, an ein allgemeines Centrum geknüpft, und ist etwa hier ein näherer Sitz der über Alles waltenden Vorsehung? Auch dem kühnsten Geiste unter den Erdbewohnern schwindelt, wenn er diese Fragen auch nur zu denken wagt — er fühlt, daß es in keiner irdischen Sprache Worte geben könne, die diesem Gegenstande angemessen wären: er gibt es auf, selbst mit dem Maaßstaabe des Lichtes in der Hand sich Räume und Zeiten vorstellen zu wollen, die seinem Zahlsysteme zu spotten scheinen und bekennt, daß er hier an der Grenze seines Wissens stehe, die ihm das ernste: Bis hieher und nicht weiter, gesteckt hat.

Sechzehnte Vorlesung.

Zur Chronologie.

Eines der ersten Bedürfnisse der sich bildenden menschlichen Gesellschaft war gewiß die Eintheilung der Zeit, zu welcher sich der Himmel und seine Welten als Uhr und Kalender darbot. Als deren natürliche Einheit galt wohl gleich Anfangs der sogenannte natürliche Tag, oder die Zeit vom Auf- bis zum Untergang der Sonne, welcher erst später wegen ihrer ungleichen Länge der stets gleich lange bürgerliche Tag, oder die Zeit, in welcher die Sonne einen Umlauf um die Erde vollendet, sich anschloß. Nur war man in Bezug auf letzteren über seinen Anfang nicht einig. Die Griechen, so wie noch jetzt die Muhamedaner und Juden (Und es ward Abend, und es ward Morgen; der erste Tag) begannen ihn mit dem Untergang der Sonne, die Römer mit der Mitternacht, die Babylonier und andere Völker mit dem Aufgang der Sonne, wieder andere, so wie noch heut zu Tag die Astronomen, nahmen den Mittag zum Tagsanfang. *) Es war hierin so wenig Uebereinstimmung als in der Zeitrechnung der alten Völker überhaupt, so daß man mit ziemlicher Gewißheit behaupten kann, daß es im Alterthum so viele besondere Zeitrechnungen gab (unsere ältesten Vorfahren selbst zählten ihre Zeit nach Nächten), als der Abstammung nach verschiedene Völker.

Jetzt beginnt man allgemein, wenigstens bei den christlichen Völkern Europas, den bürgerlichen Tag um Mitternacht und theilt denselben in zweimal 12 gleiche Stunden, von denen die 12 ersten, von Mitternacht bis Mittag, Morgenstunden, und die zweite, von Mittag bis Mitternacht währende Hälfte Abendstunden heißen. Die Stunde theilt man in 60 gleiche Theile, Minu-

---

*) Atticus occasum spectat, Babylonius ortum,
Nox media Ausoniis, media et lux praeplacet Umbris.

ten genannt, und die Einheit der letzteren wieder in 60 gleiche Theile, in Sekunden. Nur die Astronomen setzen noch nach ihrem Vorgänger Ptolemäus den Anfang des bürgerlichen Tags aus gewissen Rücksichten auf 12 Uhr Mittags und zählen die Stunden von Eins bis Vier und Zwanzig in einer Reihe fort, so daß, wenn wir z. B. nach unserer bürgerlichen Rechnung Morgens 6 Uhr am 1. Januar haben, bei diesen es erst 18 Uhr am 31. December ist.

Als eine größere Einheit wie der Tag zur Eintheilung der Zeit, welche wohl, um nicht beständig mit großen Zahlen umgehen zu müssen, schon frühe gesucht werden mußte, gaben sich die gleichförmig wechselnden Gestalten des Mondes an die Hand. Nach dem Monde ordneten deßhalb fast ohne Ausnahme alle Völker ihren Gottesdienst und bestimmten ihre Versammlungen, so wie noch heut zu Tage die Türken, Mohren und verschiedene amerikanische Völkerschaften nach dessen abwechselnden Lichtgestalten rechnen. Die Zeit der wiederkehren, den Mondsphasen oder der Mondmonat betrug, wie wir schon früher anführten, 29½ Tage, welchen Zeitraum wiederum schon viele alte Völker: die Chinesen und, wie wir aus dem 2. Cap. der Genesis wissen, die Juden nach den Mondsvierteln in 4 Theile zerlegten, und so die minder lange Eintheilung der Zeit nach siebentägigen Wochen veranstalteten, deren auch wir uns noch bedienen. Die Woche (vom gothischen Wick Ordnung, regelmäßiger Wechsel) ist das älteste Denkmal der Vorzeit, was sich bei allen Völkern in gleicher Beschaffenheit bis auf unsere Tage vollkommen erhalten hat, und das man nach Amerikas Entdeckung selbst bei den Peruanern fand. Die Wochentage selbst hatten bei den Alten nach Sonne, Mond und den Planeten ihre Namen und Zeichen, waren auch mit den damals bekannten 7 Metallen in Harmonie gesetzt und hatten mit ihnen gemeinschaftliche Zeichen, wie ich schon früher zu erwähnen die Ehre hatte.

Die nächst größere Einheit bildete man aus 12 Monaten oder 354 Tagen, aus 6 sogenannten hohlen Monaten zu 29 Ta-

gen und aus 6 vollen zu 30 Tagen, weil in diesem Zeitraum die Jahreszeiten so ziemlich genau wiederkehrten, und bekam so das Mondjahr, welches sich so lange bei den Völkern erhielt, als ihre Kenntnisse vom Laufe der Himmelskörper, insbesondere der so einflußreichen Sonne, noch in ihrer frühesten Entwicklung sich befanden, mit Ausnahme aller zum Islam sich bekennenden Völker, bei welchen dasselbe noch bis auf diese Stunde im Gebrauch ist. Nach diesem Jahre rechneten auch die Hebräer, und um mehr Uebereinstimmung seiner Dauer mit der Wiederkehr der Jahreszeiten zu erzielen, so wurde nach dem Ermessen des hohen Raths zu Jerusalem von Zeit zu Zeit zwischen dem elften und zwölften Monat ein dreizehnter eingeschaltet, in 19 Jahren 7 solche Schaltmonate. Am Ende jeden Monats wurde angezeigt, wann Neu- und Vollmond und die beiden Viertel im nächsten Monate eintreten, und ob der nächste Monat 29 oder 30 Tage habe.

Es währte immerhin lange Zeit, bis man vom tropischen Jahre, von welchem allein die Wiederkehr der Jahreszeiten abhängt, als Zeiteinheit Gebrauch machte, da selbst der größte Astronom des Alterthums, Hipparch, die Dauer desselben zu wenig genau kannte. Die alten Aegypter waren wohl nach Herodot die Ersten, welche sich des Sonnenjahrs bedienten, weil sie bemerkten, daß ihr Mondjahr kein mit der Wiederkehr der Jahreszeiten übereinstimmender Zeitraum sey, und sie bestimmten dessen Länge zu 365 Tagen, nahmen es also um 5 Stunden 48 Minuten 48 Sekunden zu kurz an. Diese Länge selbst berechneten sie nach der Zeit, die ein Stern (Sirius) gebraucht, um, wenn er lange wegen zu großer Nähe der Sonne unsichtbar gewesen, sich für wenig Augenblicke vor Aufgang der Sonne am Morgenhimmel zu zeigen. Der Unterschied, um welchen sie das Jahr zu kurz annahmen, machte in 1461 bürgerlichen Jahren ein volles Jahr aus, in welchem Zeitraum, Hundssternperiode genannt, sich die 4 Jahreszeiten in allen Monaten des Jahrs einzustellen hatten, so daß sie Frühlingsanfang zur Zeit unserer Weih-

nachten, zur Zeit unserer Weinlese u. s. w. feierten. Dieser Verwirrung abzuhelfen setzte Julius Cäsar (45 v. Chr.) nach Anleitung des Alexandrinischen Gelehrten Sosigenes das tropische Jahr zu 365 Tagen 6 Stunden fest und bestimmte, daß nach je drei gemeinen Jahren von 365 Tagen das vierte der zu einem ganzen Tag angewachsenen Stunden halber ein Jahr von 366 Tagen, ein Schaltjahr, seyn sollte. Nicht weniger als 79 Tage mußten dem laufenden Jahre, in welchem die Verbesserung vorgenommen wurde, zugesetzt werden, um die Jahreszeiten wieder zu den Monatstagen zurück zu führen, an welchen sie früher eingetroffen waren.

Allein in dieser Julianischen Verbesserung war das tropische Jahr um 11 Minuten 12 Sekunden zu lange angenommen, ein Fehler, der schon in 128 Jahren einen Tag ausmachte, um den man in der Zeitrechnung voraus war. Zur Zeit der Nicänischen Kirchenversammlung (325 n. Chr.) corrigirte man auch die 3 Tage Abweichung, welche sich bis dahin gezeigt hatten, allein später ließ man es bei der Julianischen Anordnung bewenden, trotz der Bemühungen mehrerer Päpste, die Sache in's Reine zu bringen. Sixtus IV. berief deßhalb selbst den gelehrten Regiomontan, der an unserem Bernhard Walther einen so ausgezeichneten Beschützer gefunden, im Jahre 1445 nach Rom, starb aber im nächsten Jahre. Erst die Kirchenversammlung zu Trident erwarb sich die Ehre, Gregor XIII. die Verbesserung des Kalenders zu übertragen, der sie auch zu Stande brachte. Es wurden von den Gelehrten viele Vorschläge gemacht, unter denen der des Alois Luilius, eines gelehrten Arztes aus Verona, am annehmbarsten gefunden wurde. Luilius schlug vor, die 10 Tage, um welche die Zeitrechnung voraus war, um welche z. B. das Frühlingsäquinoctium in der Wirklichkeit früher als der 21. März, also schon am 11. März, fiel, ausfallen zu lassen, und damit in der Folge das Frühlingsäquinoctium vom 21. März sich nicht entfernen könne und überhaupt die Jahreszeiten bei densel-

den Daten verblieben, bei drei auf einander folgenden Säcularjahren die Schalttage wegfallen zu lassen, sie also als gemeine, und erst das jedesmalige vierte Säcularjahr als ein Schaltjahr zu zählen. Das Jahr 1600 soll als Schaltjahr den Anfang machen, die Säcularjahre 1700, 1800, 1900 sollen als gemeine Jahre und erst das Jahr 2000 wieder als Schaltjahr gelten. Gregor legte diesen neuen Kalender 1577 den Fürsten und Universitäten zur Prüfung vor und bildete auch in Rom eine Commission von Gelehrten, unter denen Christoph Clavius, ein Deutscher, Petrus Ciaconius, ein Spanier und der Italiener Danti die gründlichsten Kenntnisse des Kalenderwesens hatten. Seine Bulle vom 24. Februar 1582 befahl die Einführung des neuen Kalenders, und Bezugs der 10 Tage war verordnet, daß auf den 4. October, der ein Donnerstag war, der Freitag als der 15. October folgen soll.

Durch diesen neuen Gregorianischen Kalender (neuer Stil zu rechnen) ist nun einer weiteren Verbesserung auf lange Zeit abgeholfen; denn erst in c. 3300 Jahren beträgt der Unterschied, um welchen nach ihm das Jahr zu lang angenommen ist, einen einzigen Tag, und deßhalb ist jetzt derselbe, mit Ausnahme Rußlands, das noch nach dem Julianischen Kalender, nach altem Stil, rechnet, in allen europäisch-christlichen Staaten eingeführt. In Italien, Spanien und Portugal wurde der neue Kalender vom 15. October 1582 an eingeführt, in Frankreich 2 Monate später, 1583 in der Schweiz und in den Niederlanden, 1586 in Polen, 1587 in Ungarn und dem katholischen Deutschland. Nur die Protestanten widersetzten sich der allgemeinen Einführung desselben, und Churfürst August von Sachsen und Wilhelm IV. von Hessen protestirten auf dem Reichstage zu Augsbueg 1582 dagegen. Es gab deßhalb viele Streitigkeiten und Unruhen, besonders da die beiden Gelehrten Mästlin und Skaliger die Mängel des Gregorianischen Kalenders nachwiesen. Endlich kam es durch die Bemühungen zweier Jenenser Professoren Leibnitz

und Weigel, so weit, daß die evangelischen Stände am 23. Sept. 1699 den neuen Kalender unter dem Namen eines verbesserten annahmen und ihn 1700 mit Auslassung von 11 Tagen (man ließ auf den 17. Februar den 1. März folgen) einführten.

Vom Gregorianischen wich der verbesserte Kalender in so ferne ab, als Ostern astronomisch, nicht cyklisch bestimmt werden sollte, wie wir bald näher sehen werden, und zwar nach den vom Kepler entworfenen Tafeln für den Meridian von Uranienburg. Dadurch geschah es, daß Ostern der Katholiken auf den 19. April, das der Protestanten auf den 12. April 1778 fiel. Da auf letzteren auch das Pascha der Juden fiel, so beschlossen die evangelischen Stände, Ostern lieber mit den Katholiken am 19. April zu feiern und zur Vermeidung ähnlicher Fälle auf Friedrich II. Antrag einzugehen und die astronomische Bestimmung fallen zu lassen, und den Gregorianischen Kalender unter dem Namen: verbesserter Reichskalender, auch allgemeiner Reichskalender von 1777 an einzuführen. Rußland bedient sich, wie gesagt, noch des Julianischen Kalenders, dessen Fehler nun bereits zu 12 Tagen angewachsen ist, um welche die Russen in ihrer Zeitrechnung zurück sind, so daß ihr erster Januar nun unser 13ter Januar ist (daher die Schreibart ¹/₁₃) und bei ihnen das Frühlingsäquinoctium schon am 9. März eintritt. Von der in der Hitze der Revolution vom 22. Sept. 1792 bis 9. Sept. 1805 eingeführten französischen Zeitrechnung (den Tag zu 10 Stunden, 10 Tage zu einer Decade statt der Woche u. s. w.) findet sich keine Spur mehr.

Das tropische Jahr selbst theilte man in 12 Monate von 30 und 31 Tagen ein, mit Ausnahme des Februars, der in einem gewöhnlichen Jahr 28, in einem Schaltjahr aber wegen des zwischen dem 23. und 24. Februar eingeschalteten Tages (Victorius) 29 Tage zählt. Die Namen unserer Monate stammen von den Römern her und scheinen sich nicht verdrängen lassen zu wollen, obgleich schon Carl der Große statt dieser lateinischen Benennun-

gen die ächt altdeutschen Namen: Wintermonat für Januar, Hornung (Hor, Koth, Morast) für Februar und so der Folge nach Lenzmonat, Ostermonat, Wonnemonat, Brachmonat (Brachen, Aufackern), Heumonat, Erntemonat, Herbstmonat, Weinmonat, Windmonat, Heilmonat, eingeführt wissen wollte.

Was endlich den Anfang des tropischen Jahres betrifft, so wurde derselbe von den verschiedenen Völkern zu verschiedenen Zeiten angesetzt. Bei den Römern fiel der Anfang des neuen Jahrs früher auf den 1. März, wo der ausgewählte Consul sein Amt antrat und sofort ins Feld rückte. Erst später verlegte man ihn auf den 1. Jan., weil bei der größeren Ausdehnung ihrer Herrschaft die neu gewählten Consuln zu spät bei den Armeen angekommen wären, was Veranlassung gab, daß auch andere Nationen, die nach dem Julianischen Kalender rechneten, ihr Jahr am 1. Januar beginnen ließen, wie z. B. die Franken bis zu den Carolingern. In den ersten Zeiten der Christenheit fieng man das Jahr mit dem ersten April, dem ersten Tage des Ostermonats, an; und noch allgemeiner war es, das Jahr entweder mit der Empfängniß Mariä, oder mit der Geburt Christi, oder mit seiner Beschneidung, oder Auferstehung zu beginnen. Die deutschen Kaiser datirten ohne Ausnahme bis zum 16. Jahrhundert das Jahr vom 25. December, und erst 1691 verordnete Innocenz XII. das Jahr mit dem 1. Januar anzufangen, wie es denn auch überall bei den christlichen Völkern geschieht. Nur in England und an einigen Orten Italiens rechnete man noch im 18. Jahrhundert vom Frühlingsäquinoctium an; jetzt haben sie sich auch der allgemeinen Annahme gefügt. Die Juden feiern ihr Neujahr an dem Tage, an welchem der Mond zunächst auf das Herbstäquinoctium neu wird.

Uebrigens gründet sich unsere Zeitrechnung auf die Geburt Christi, d. h. auf das Jahr, welches Dionysius Exiguus, ein römischer Abt (525 n. Chr.) dafür setzte, als er vom Pabste den

Auftrag erhielt, eine christliche Zeitrechnung auszuarbeiten. Spätere genauere Untersuchungen haben gezeigt, daß Dionysius sich um 3 bis 4 Jahre irrte, um welche er die Geburt des Heilandes zu spät annahm, und daß Christus nicht um Weihnachten, sondern Anfangs Septembers geboren ist. Ob man je auf Verbesserung unserer Zeitrechnung eingehen wird, mag die Zeit lehren. Andere Völker hatten andere Epochen oder Anfangspunkte ihrer Zeitrechnungen. Die Römer zählten von der Erbauung Roms, die alten Griechen von Errichtung der olympischen Spiele; die Türken rechnen noch heut zu Tage von der Flucht Muhameds und die Juden von der Erschaffung der Welt.

Außer dieser Eintheilung der Zeit in Jahre, Monate u. s. w. ergab sich im Verlaufe der Zeit noch eine fernere in gewisse Cirkel oder Cykeln, unter denen eine wiederkehrende Reihe von Jahren, nach deren Ablauf gewisse Zeitverhältnisse oder Erscheinungen sich erneuern, zu verstehen ist. Man zählt deren drei, welche in der Chronologie häufiger vorkommen: den Sonnencirkel, den Mondscirkel und den Indictionscirkel.

Unter dem Sonnencirkel versteht man eine Periode von 28 Jahren, nach welcher die Wochentage wieder auf die gleichen Monatstage fallen. Würde das Jahr gerade aus 52 Wochen bestehen, nur 364 Tage haben, so hätte dieß alle Jahre Statt; nun es aber 52 Wochen 1 Tag zählt, so fielen wenigstens nach 7 Jahren die 7 Wochentage wieder auf dieselben Monatstage, wenn alle Jahre gleiche Länge hätten und nicht alle 4 Jahre ein Schaltjahr sich einstellte. Letzteres bewirkt, daß erst nach 28 Jahren die genannte Uebereinstimmung erfolgt. Die Zahl nun, welche angibt, das wie vielste Jahr dieser 28jährigen Periode ein gegebenes Jahr ist, heißt der Sonnencirkel, und da nach unserer Zeitrechnung 9 Jahre vor Christi Geburt ein solcher Cirkel seinen Anfang nahm, so findet man den Sonnencirkel in dem Reste, welchen man erhält, wenn man zur Jahreszahl 9 addirt und diese Summe durch 28 dividirt. Für das Jahr 1843 z. B. findet man ihn also:

```
          1843
addirt       9
  28 | 1852 | 66
       168
       172
       168
         4 ist der Sonnencirkel.
```

Der Mondszirkel ist eine Reihe von 19 tropischen Jahren, in welchen der Mond gerade 235 mal neu wird, so daß die Neumonde sich wieder an denselben Tagen des Sonnenjahrs ereignen. Im ersten Jahr dieses Cirkels fällt der Neumond auf den 1. Januar, im zweiten wegen der eilf Tage, um welche das Sonnenjahr länger als 12 Mondumläufe oder das Mondjahr ist, auf den 11. Januar, im dritten auf den 22. Jauuar, im vierten auf den 3. Januar u. s. w. Die goldene Zahl im Kalender (also genannt, weil sie in den Copien des immerwährend julianischen Kalenders mit goldenen Buchstaben im Mittelalter geschrieben wurde) sagt nun, in dem wie vielsten Jahre eines neuen Mondcirkels wir uns befinden und die Epakte, wie viel Tage der Mond am ersten Januar alt ist oder wie viel er mit in's neue Jahre von seiner Umlaufszeit hinüber nimmt (ἔπακτος hinzu gebracht, hinzu geführt). Ein neuer Mondsrirkel, dessen Bestehen schon 430 v. Chr. vom Athener Meton erkannt wurde, begann ein Jahr vor Christi Geburt. Addirt man daher zu einer gegebenen Jahreszahl die Zahl 1, und dividirt die Summe durch 19, so ist der Rest, welcher hiebei bleibt, die goldene Zahl. Bleibt kein Rest, so ist 19 die goldene Zahl. Für das Jahr 1843 findet man sie also:

		1843	
addirt		1	
	19	1844	98
		171	
		134	
		133	
		1 ist die goldene Zahl.	

Die goldene Zahl lehrt die Epakte desselben finden, die, wie wir sogleich sehen werden, Behufs der Berechnung unserer beweglichen Feste zu wissen vonnöthen ist. In folgender Tafel, die für das vorige und laufende Jahrhundert gilt, findet man für jede goldene Zahl die entsprechende Epakte angegeben.

Goldene Zahl	Epakte	Goldene Zahl	Epakte
1	0	10	IX
2	IX	11	XX
3	XXII	12	I
4	III	13	XII
5	XIV	14	XXIII
6	XXV	15	IV
7	VI	16	XV
8	XVII	17	XXVI
9	XXVIII	18	VII
		19	XVIII

Die Epakten sind deßhalb wichtig, weil nach ihnen der Ostervollmond und nach letzterem Ostern selbst bestimmt wird. Seit der Mitte des dritten Jahrhunderts unserer Zeitrechnung ist es nämlich im Gebrauch, Ostern an dem Sonntage, dem Wochentage, an welchem Christus auferstanden, zu feiern, der zunächst auf den ersten Vollmond nach dem Frühlingsäquinoctium folgt. Fällt dieser Vollmond auf einen Sonntag selbst, so wurde Ostern auf den nächst folgenden Sonntag verlegt, damit man das Fest nicht mit den verhaßten Juden feiern möchte, die ihr Osterlamm stets

am ersten Vollmondstage im Frühlinge genossen. Ist nun die Epakte eines gewissen Jahres bekannt, oder was dasselbe ist, weiß man, wie viel Tage der Mond am 1. Januar alt ist, so findet man durch Rechnung, wann der Mond in den ersten Monaten des fraglichen Jahrs voll ist und wie es mit seinem Alter am 21. März, an den man ein für allemal den Anfang des Frühlings geknüpft hat, steht, und wann demnach der erste Vollmond nach diesem Zeitpunkte eintritt. Weiß man noch überdieß, an welchem Wochentage letzteres der Fall ist, so ist damit der Ostersonntag bestimmt. Die Ostergrenzen fallen nach diesen Bestimmungen zwischen den 22. März und 25. April, oder Ostern kann nicht vor dem 22. März, aber auch nicht nach dem 25. April gefeiert werden. Ersteres findet Statt, wenn der Mond am 21. März voll ist und dieser auf einen Samstag fällt, Letzteres aber, wenn der Mond am 20. März voll, und der 18. April, an welchem er abermals voll wird, ein Sonntag ist. Daher Bezugs des Osterfestes die alte Regel: **Non sequitur Marcum** (25. Apr.) **nec praecedit Benedictum** (22. März). Nach Ostern richten sich zugleich alle übrigen beweglichen Feste. Vierzig Tage nach Ostern ist Himmelfahrt, 50 Tage darauf Pfingsten; 8 Wochen nach Ostern fällt der Trinitatissonntag u. s. w.

Uebrigens ist sehr zu bedauern, daß Gregor XIII., dem wir die Verbesserung unseres Kalenderwesens verdanken, nicht darauf verfiel, hinsichtlich der Feier des Osterfestes neuere, bessere Bestimmungen zu treffen und etwa zu verordnen, daß dasselbe an einerlei Sonntag, z. B. am letzten des März oder am ersten des Aprils zu begehen sey. So macht Ostern in manche Verhältnisse des bürgerlichen Lebens einen Einschnitt, dessen Wechsel nicht anders als unbequem seyn kann (Studienjahr). Vielleicht einigt sich noch einst die gesammte Christenheit über diesen wichtigen Punkt, wodurch unsere Zeitrechnung die einfachste von der Welt werden würde, was sie jetzt keineswegs ist. Denn bei obiger Bestimmungsart von Ostern ist noch gar manches zu berücksichtigen:

man zählt z. B. das erste Mondsmonat des Jahrs zu 30 Tag, das zweite zu 29 und so abwechselnd; manchmal hat man auch zwei 30tägige oder volle Mondsmonate hinter einander zu zählen, weil der mittlere synodische Monat nicht gerade 29 Tage 12 Stunden, sondern noch 44m 3s darüber hat u. s. w., was Alles die Bestimmung unsicher macht. Will man aber sicherer zu Wege gehen, so bedient man sich in diesem Jahrhundert folgenden Verfahrens, das der große Astronom Gauß uns gelehret, den Ostersonntag zu bestimmen.

Man dividire die Jahreszahl durch 19 und nenne den gebliebenen Rest a;

man dividire die Jahreszahl durch 4 und nenne den gebliebenen Rest b;

man dividire die Jahreszahl durch 7 und nenne den gebliebenen Rest c;

Multiplicire a mit 19, addire hiezu 23, dividire die Summe durch 30, und nenne den gebliebenen Rest d.

Addire 2 b + 4 c + 6 d + 4, dividire durch 7 und nenne den gebliebenen Rest e.

Addire d + e + 22, so gibt die neue Summe das Märzdatum des gesuchten Ostersonntags. Ist diese größer als 31, so zieht man 31 ab und erhält im Rest das Aprildatum, wobei noch Folgendes zu berücksichtigen: Gibt die Rechnung den 26. April als Ostersonntag, so muß der 19te April genommen werden und gibt die Rechnung den 25. April und ist a größer als 10 und d = 18, so muß der 18. April der Ostersonntag seyn.

Nach diesem Verfahren erhält man sogleich das Datum des Ostersonntags selbst; nach obigem aber nur das Datum des Frühlingsvollmondes und man hat noch zu wissen nöthig, auf welchen Wochentag dieses Datum fällt, um das des Ostersonntags zu kennen. Dazu verhilft uns die Kenntniß des **Sonntagsbuchstabens**, des Buchstabens nämlich, der, wenn man die Tage des Jahrs vom 1. Januar an mit A, B, C, D, E, F,

G bezeichnet, den 8. Januar wieder mit A, den 9. Januar mit B u. s. w. auf den ersten und folglich auch auf alle übrigen Sonntage des Jahres fällt. Nun hat aber ein gewöhnliches Jahr 52 Wochen 1 Tag, und schließt daher mit demselben Wochentage, mit dem es angefangen hat, und der Sonntagsbuchstabe geht demnach im folgenden Jahre um eine Stelle rückwärts. In den Schaltjahren gibt man dem 23. und dem eingeschalteten 24. Februar denselben Buchstaben, so daß nach dem Schalttage der Sonntagsbuchstabe wieder um eine Stelle rückwärts geht und das Jahr zwei Sonntagsbuchstaben, den einen bis zum 24. Februar, den anderen von da bis an's Ende erhält. Im gegenwärtigen Jahrhundert findet man den Sonntagsbuchstaben für ein gegebenes Jahr, wenn man die seit 1800 verflossene und um ihren vierten Theil vermehrte Anzahl Jahre durch 7 theilt und den Rest von 5 oder 12, je nachdem es angeht, abzieht. Der abermalige Rest sagt: der wie vielste des Alphabets der Sonntagsbuchstabe ist. Für 1843 findet man ihn also

```
     43
     10
   ------
 7 | 53 | 7
     49
   ------
      4
```

4; 5 — 4 = 1, d. h. der Sonntagsbuchstabe für 1843 ist der erste des Alphabets, also A oder der Anfang des Jahres 1843 fällt auf einen Sonntag. Weiß man nun, mit welchem Wochentage das Jahr beginnt, so findet man durch eine leichte Rechnung, was für ein Wochentag ein gegebener Tag des Jahres ist, auf welchem Wochentag mithin auch das Datum des Frühlingsvollmondes fällt.

Schließlich ist noch des dritten Cirkels, des Indictionscirkels, Erwähnung zu machen, eines Zeitraums von 15 Jahren, der zu Zeiten Constantins Behufs der Regulirung der Steuern eingeführt wurde, und so in die Zeitrechnung mit übergieng und

sich der Juristen halber in den Kalendern erhielt, da von Seite dieser neben der gewöhnlichen Jahreszahl auch noch die Indictionszahl angegeben werden mußte, wenn z. B. ein Testament Gültigkeit haben sollte. Die im Kalender angeführte Römerzinszahl bezeichnet das jedesmalige Jahr dieses Cirkels, und man erhält sie im Reste, den man findet, wenn man zu der gegeben Jahreszahl 3 addirt und die Summe durch 15 dividirt. Bleibt kein Rest, so ist 15 selbst die Zinszahl.

Noch findet man in den Kalendern den Jahresregenten angegeben. Diesen erhält man für ein gegebenes Jahr, wenn man die Jahreszahl durch sieben dividirt und so den Rest findet. Dieser zeigt den Regenten nach folgender Ordnung an.

Ist der Rest	1, so regiert die	Sonne,
" " "	2, "	Venus,
" " "	3, "	Merkur,
" " "	4, "	Mond,
" " "	5, "	Saturn,
" " "	6, "	Jupiter,
" " "	7, "	Mars.

Im Jahre 1843 regiert Venus, denn $\frac{1843}{7}$ gibt zum Reste 2, und diesem entspricht die Herrschaft der Liebesgöttin.

zu pag. 209.

Anhang.

Tabelle der Klimate.

A. Halbstündige Klimate

Nummer.	vom Aequator entferntester Parallelkreis des Klima.		Breite des Klima.		Längster Tag.	
	Grade	Minuten.	Grade	Minuten	Stunden	Minuten
1	8	34	8	34	12	30
2	16	44	8	10	13	—
3	24	12	7	28	13	30
4	30	48	6	36	14	—
5	36	31	5	43	14	30
6	14	24	4	53	15	—
7	45	32	4	8	15	30
8	49	2	3	30	16	—
9	52	—	2	58	16	30
10	54	31	2	31	17	—
11	56	38	2	7	17	30
12	58	27	1	49	18	—
13	60	—	1	33	18	30
14	61	19	1	19	19	—
15	62	26	1	7	19	30
16	63	23	—	57	20	—
17	64	11	—	48	20	30
18	64	50	—	39	21	—
19	65	22	—	32	21	30
20	65	48	—	26	22	—
21	66	8	—	20	22	30
22	66	21	—	13	23	—
23	66	29	—	8	23	30
24	66	32	—	3	24	—

B. Sechsmonatliche Klimate.

Nummer.	vom Aequator entferntester Parallelkreis des Klima.		Breite des Klima.		Längster Tag.
	Grade	Minuten	Grade	Minuten	Monate.
25	67	18	—	46	1
26	69	44	2	26	2
27	72	22	3	58	3
28	78	11	4	49	4
29	83	50	5	39	5
30	90	—	6	10	6

Tabelle

über die Abnahme der Parallelkreise und ihrer zugehörigen Längengrade vom Aequator nach den Polen.

Für die Breite von	hält	
Grad.	der Grad geogr. Meilen.	der Umfang des Paralkreises geogr. Meilen.
0	15,000	5400,00
1	14,998	5399,28
3	14,979	5392,44
5	14,944	5375,16
7	14,888	5359,68
9	14,815	5333,40
11	14,724	5300,64
13	14,617	5261,40
15	14,488	5215,68
17	14,344	5163,84
19	14,182	5105,52
21	14,003	5041,08
23	13,807	4970,52
25	13,605	4897,80
37	13,365	4811,40
29	13,119	4722,84
31	12,857	4628,52
33	12,580	4528,80
35	12,287	4423,32
37	11,980	4312,80
39	11,657	4196,52
41	11,321	4075,56
43	10,970	3949,20

Für die Breite von Grad.	hält der Grad geogr. Meilen.	hält der Umfang des Parallelkreises geogr. Meilen.
45	10,607	3818,52
47	10,230	3682,80
49	9,841	3542,76
51	9,440	3398,40
53	9,027	3249,72
55	8,604	3097,44
57	8,169	2940,87
59	7,726	2781,36
61	7,272	2617,92
63	6,810	2451,60
65	6,339	2282,04
67	5,861	2112,96
69	5,375	1935,00
71	4,884	1758,24
73	4,385	1578,60
75	3,882	1397,52
77	3,374	1214,64
79	2,862	1030,32
81	2,346	844,56
83	1,828	658,08
85	1,307	470,52
87	0,785	282,60
89	0,262	94,32

Register.

Seite

A.

Abend 8
Abenddämmerung . . 216
Abendröthe . . . 9
Abendstern . . . 182
Abendweite . . . 10
Aberration oder Abirrung des Lichtes . . 127
Abplattung der Erde . 96
Abstand vom Scheitel . 16
Abweichung oder Deklination eines Himmelskörpers 15
Abweichungs- oder Deklinationskreise . . . 15
Aequator des Himmels . 15
" der Erde . 57
Aequinoctialpunkte . . 40
Aequinoctien . . . 9
Almagest . . . 44
Almamon . . . 59
Almucantharat . . 16
Alphons X. von Castilien 76
Anaxagoras . . . 43
Anaximander . 30 53 68

Seite
Anaximenes . . . 53
Anomalie 145
Anomalistischer Monat . 231
Antarktischer Pol . . 14
Antipoden . . . 61
Antoeci 210
Anziehung, Attraction, allgemeine . . . 91
Aphelium . . . 144
Apianus . . . 288
Apogäum . . . 223
Apsiden 144
Apsidenlinie . . . 145
Arago . . . 261 291
Aristarch . . 29 63 72
Aristoteles . . . 53 59
Aristillus . . . 41
Argelander . . 170 172
Asteroiden . . . 266
Astrologie . . . 70
Atmosphäre des Mondes 246
" der Sonne . 176
Attraction, ihre Gesetze . 91
" ihr Wesen . 93
Aufsteigung, gerade, Rectascension . . . 40

Seite

Achsendrehung der Erde . . . 112
Achsendrehung des Mondes 228
Achsendrehung der Sonne 169
Azimuth . . . 16

B.

Baco von Verulam . 78
Bahn, jährliche des Mondes 222
Bahn der Sonne . . 169
= der Erde . . 116
Bayer 304
Bedeckungen der Gestirne 50 196
Berge der Erde . . 105
= des Mondes . 242
Bessel 132
Bewegung der Erde um ihre Achse, Gründe dafür 112
Bewegung der Erde um die Sonne, Gründe dafür 117
Biela 284
Bode 172
Bougeur 102
Bouvard . . . 298
Bradley . 124 129 164 279
Bramagupta . . . 71
Brandenburgischen Gestirne 273
Brechung der Lichtstrahlen, Refraction . . . 211
Breite der Gestirne . 40
= geographische eines Ortes . . . 58
Breitenkreis . . . 40

Seite

Bürg 198
Burkhardt . . . 199

C.

Cäsar Julius . . 35
Calender . . . 325
Cardinalpunkte des Horizonts 161
Carl der Große . . 326
Cassini . . 101 276 307
Cavendish . . . 189
Centralberg des Mondes 242
Centrifugalkraft, Centripetalkraft . . . 94
Ceres 268
Chaldäische Periode . 36
Chronologie . . . 312
Chronometer . . . 195
Circumpolarsterne . . 14
Conjunction . . . 49
Connaissance de temps . 198
Copernikus . . 70 181
Crater des Mondes . 242
Culmination eines Gestirns 16
Cybele 279
Cyklus 328

D.

Dämmerung, astronomische, bürgerliche . . 216
Daguerre . . . 261
Deklination, Deklinationskreis 15
Demokrit 23 58
Denderah, Thierkreis . 163
Dionysius Exiguus . 327

Seite

Doppelsterne . . . 313
Drachen, fliegende . . 220
Durchgang der Venus durch die Sonnenscheibe . 173
Drachenkopf, Drachenschwanz . . . 227
Drakonitischer Monat . 231

E.

Ebbe und Fluth . . 254
Ekliptik. ihre Zeichen und Bilder . . . 29
Ekliptik, ihre Schiefe . 30
= deren Abnahme . 165
Einschattige . . . 60
Emanationshypothese über das Licht . . . 177
Empedokles . . . 103
Encke . . . 276 294
Entfernung der Gestirne von der Erde
der Sonne . . 173
des Mondes . . 323
der Fixsterne . . 309
Epakte 329
Ephemeride . . . 198
Epicykel . . . 45
Epicykloide . . . 223
Eratosthenes . . 57 165
Erde, als Mittelpunkt des Weltalls . . . 44
ihre Figur . . 53
ihre Größenverhältnisse . . 104 187
ihre Eintheilung durch Kreise auf der Oberfläche . . 57 190
ihre Bewegungen 112 117
Ermann . . . 218
Euler 198
Evection . . . 225

F.

Fernrohr . . . 78
Fixsterne, ihr Name . 14
ihre Eintheilung . 17
ihr Wesen . . 67
ihre Entfernung von der Erde . . 309
veränderliche, neue . 306
ihr Funkeln und Blinkern . . . 316
Flamsteed . . 168 279
Fluth, siehe Ebbe.
Frauenhofer . . . 316
Friedrich II. von Preußen 326
Frühling, klimatische . 157
Frühlingsäquinoctialpunkt 31

G.

Galilei . 84 77 85 168 240
Gallen 263
Gauß 332
Gegenfüßler, Gegenwohner . . . 61 210
Georgsstern . . . 279
Gleicher, siehe Aequator.
Gleichung, jährliche . 226
Gnomon . . . 37
Goldene Zahl . . 329
Gradmessungen der Alten 59

Seite

Gradmessungen neuere 101
Gregor XIII . . 324
Größe der Sterne . 17

H.

Hafenzeit 259
Halley . . . 282 304
Hansen 229
Harding . . . 269
Harrison . . . 195
Hell 304
Henderson . . 134 312
Herodot . . . 58
Herschel I. 108 178 277 278 310 314 319
Herschel II. . . 314 320
Hesiod 19
Hesperus . . . 182
Hevel . . . 245 304
Hicetas 72
Himmelsatlas . . 305
Hipparch 18 38 41 45 62 65 66
Hippokrates . . . 262
Hochmeer . . . 255
Höhe eines Gestirns . 15
Höhenkreis . . . 16
Homer . . . 19 52
Horizont . . . 7
wahrer und scheinbarer 16
Horizontalparallaxe . 224
Horoskop . . . 70
Humboldt . . . 218
Huyghens . . 99 140 276

J.

Jahr 33
Jahr, astronomisches, bürgerliches, tropisches, siderisches 143

Seite

Jahr, sein Anfang . 327
= der Verwirrung (annus confusionis) . 35
Jahresregent . . . 334
Jahreszeiten . . . 151
Indictionszirkel . . 333
Indier, ihre Ansicht von der Gestalt der Erde . 53
Josua, sein Wunder . . 74
Juno 269
Jupiter 270

K.

Kästner 80
Kalender 325
Kant 296
Kepler . . . 80 82
Keplers Gesetze . . 83
Kepler-Newton'sches Sonnensystem . . . 95
Kleantes . . . 53
Klimate . . . 61 208
Knoten 227
Knotenlinie . . . 227
Kometen . . 67 281
Kugelgestalt der Erde, Beweise der Alten . . 53

L.

Lacaille . . . 301
Lalande . . . 304
Lambert . . . 284
Lamont . . 269 280 316
Laplace . . 138 165 297
Länge eines Gestirns . 40

	Seite
Länge, geographische, eines Orts . .	58 192
Leibnitz . . .	325
Lemonier . . .	279
Leucipp	53
Längenkreise . . .	57
Libration des Mondes .	240
Licht, Geschwindigkeit desselben . . .	121
Lichtgestalten des Mondes	47
Linie der Erde . .	201
Lippershey, Hans . .	78
Littrow	303
Lucifer	182
Ludwig XIV. . .	192

M.

Maclear . . .	134
Mädler 184 229 234 243	299 312
Magellan . . .	141
Mamertus . . .	218
Marius, Simon . .	79
Mars	264
Masse, Kenntniß derselben bei den Planeten .	107
Mayer, Tobias . .	198
Maupertuis . . .	102
Mediceischen Gestirne .	273
Meridian des Himmels .	8
„ der Erde .	192
Merkur . . .	180
Metalle, die sieben der Alten	51
Meteorsteine . . .	220
Meton . . .	36 329
Metrodorus . . .	294

	Seite
Milchstraße . .	22 317
Mittag . . .	8
Mittagslinie . . .	8
Mitternacht . . .	8
Mästlin . . .	325
Molyneux . . .	124
Monate, volle, hohle .	36
„ synodische, drakonitische, anomalistische	230
Mond der Erde .	65 221
Mondcharten . .	245
Mondfinsterniß . .	238
Mond beim Aufgang größer	214
Morgen . . .	8
Morgendämmerung .	216
Morgenröthe . . .	7
Morgenstern . . .	182
Morgenweite . .	10

N.

Nachtgleichenpunkte .	9
Nautical-Almanac .	198
Nebelflecke . . .	316
Nebenwohner . .	61 210
Newton .	83 85 88 255
Newtons Gesetze . .	91
Norden, Nordpunkt .	8
Nordpol . . .	14
Nutation . . .	164

O.

Octanten . .	50
Olbers .	263 268 270 292
Olymp	52
Opposition . . .	49

Seite

Ort, wahrer, geocentrischer, scheinbarer . 212
Osten, Ostpunkt . . 7
Ostern 330

P.

Pacifikus . . . 140
Pallas 268
Pankratius . . . 218
Parallaxe . . . 62
jährliche . . . 123
Parallelkreis . . 15 57
Parallelogramm der Kräfte 87
Passatwinde . . . 113
Paul III. 71
Pendel 98
Perigäum . . . 223
Perihelium . . . 144
Perturbationen . . 106
Phasen des Mondes . 46
Philolaus . . . 72
Philipp III. von Spanien 196
Philipp von Orleans . 196
Piazzi 268
Planeten . . . 17
oben, untere, . 167 264
unregelmässiger Lauf . 39
Planetensystem ptolemäisches 71
Planetensystem copernikanisches 44
Planetensystem tychonisches 76
Planetensystem Kepler-Newtonisches . . 94
Plato 42
Platonisches Jahr . . 163

Seite

Pokzobut . . . 304
Pol 14
Polhöhe . . . 191
Polardistanz . . . 15
Polarkreis . . . 57
Polarstern . . . 14
Posidonius . . . 59
Problem der Meereslänge 196
Ptolemäus 18 44 66 215 225
Pulversignale . . 199
Pythagoras . . 53 208
Pytheas . . . 255.

Q.

Quadraturen . . . 50

R.

Radius vector . . 84
Raimarus Ursus von Dithmarsen 76
Rectascension . . 40
Refraction . . . 211
Reich 114
Riccioli . . . 115 245
Richer 98
Rillen des Mondes . 244
Ringgebirge des Mondes 241
Römer . . . 121 174
Römerzinszahl . . 334

S.

Saros 231
Saturn 274
Schatten, Eintheilung der Erdbewohner darnach 60 208
Scheiner . . . 168

	Seite
Scheitelkreis, Vertikalkreis	8
Scheitelpunkt, Zenith .	8
Schiefe der Ekliptik .	165
Schi Hoangti . .	43
Schiller, Jul. . .	303
Schubert . . .	284
Schröter . .	244 270
Schumacher . . .	236
Schwanken der Weltachse	164
Schwere, ihre Abnahme am Aequator . .	99
Seneke	291
Servatius . . .	218
Sidera austriaca . .	179
Solstitien . . .	31 33
Sommersolstitialpunkt .	31
Sommerzeichen . .	32
Sonne . . .	64 167
Sonnenbahn . .	27 29
Sonnenzirkel . . .	328
Sonnenfinsterniß . .	232
Sonnentag . . .	136
Sonnenzeit, wahre, mittlere	138
Sonntagsbuchstabe . .	332
Sosigenes . . .	35
Specifisches Gewicht der Erde	189
Sphäre gerade, parallele, schiefe . . .	61 205
Springfluth . . .	258
Sternbilder der Alten .	18
Sternbilder der Neueren	302
Sterncharten . .	305
Sterne, ihr Wesen .	67
Sterne, neue, veränderliche	306
Sternschnuppen . .	218
Sterntag . . .	136
Sternzeit . . .	140
Struve . . .	132 316
Stundenkreis . .	15
Stundenwinkel . .	40
Störungen . . .	106
Süden	8
Südpol	14
Südweite . . .	16
Syzygien . . .	49

T.

Tafeln, astronomische .	82
Tag, natürlicher, astronomischer . . .	136
Tagbogen . . .	8
Tagskreise . . .	15
Tangentialkraft . .	94
Thales . . .	43 52
Theophrast . . .	72
Thierkreis . . .	26
Thierkreis von Denderah	163
Thierkreislicht . . .	217
Timocharis . . .	41
Tycho de Brahe	75 118 225

U.

Uranus	278
Uhren der Alten . .	37
Taschenuhren, Pendeluhren	140
Umschattige . . .	209
Undulationssystem . .	177
Unschattige . .	60 209

Seite

V.

Variation . . . 225
Venusmond . . . 184
Venusdurchgang . . 173
Vertikalkreise . . . 8
Vesta 270
Vibrationssystem . . 177
Vorrücken der Nachtgleichen 159

W.

Walther, Leonhard aus Nürnberg . . . 70
Weigel . . . 303 326
Weltall, seine Entstehung 68
Wendekreise . . 31 57
Westen, Westpunkt . 8
Whewell . . . 81
Winterzeichen . . 33
Woche, ihr Name . 50

Seite

Wochentage . . 51
Wurm 28

X.

Xenophanes . . . 53

Z.

Zeichen des Himmels . 26
- nördliche, südliche 27
- aufsteigende, niedersteigende . . . 157
Zeiteintheilung, wahre Zeit, mittlere Zeit . 138 143
Zeitgleichung . . 138
Zendavesta . . . 42
Zenith 8
Zenithdistanz . . 16
Zodiakus . . . 18
Zodiakallicht . . . 217
Zonen der Erde . 60 201
Zurückweichen der Aequinoktialpunkte . . 40 160
Zweischattige . . 60

Bayerische
Staatsbibliothek
München

Berichtigungen.

eite 1,	Zeile 1 v. u.	lese man	Ingredienzien statt Ingredenzien
– 11,	— 17 v. o.	— —	23. Sept. st. 22. Sept.
– 19,	— 6 v. o.	— —	Glucke st. Gloucke.
– 22,	— 14 v. o.	— —	suchte st. sucht.
– 30,	— 12 v. o.	— —	600 st. 500.
- 36,	— 10 v. u.	— —	2 st. 12.
- 41,	— 12 v. u.	— —	Spica st. Spioa.
- 49,	— 2 v. u.	sind die zwei Kreischen durch einen kleinen Strich zu verbinden.	
- 52,	— 3 v. u.	— —	Klimaten st. Klimanten.
- 63,	— 6 v. o.	— —	59 st. zwischen 62 und 72.
·114,	— 8 v. o.	— —	nach „macht" die 10 Zeilen später folgenden Worte: „wo der — beschreibt."
·118,	— 1 v. o.	— —	der Erde st. der Erde ihr.
·120,	— 6 v. o.	— —	nach III. st. III nach.
158,	— 16 v. o.	— —	Fig. 27 st. Fig. 25.
150,	— 10 v. u.	— —	110000 st. 20000.
173,	— 2 v. u.	— —	20706000 st. 20703000.
175,	— 12 v. u.	— —	28 st. 29.
200,	— 1 v. u.	— —	$3^3/_4$ st. $2 — 3^3/_4$.
231,	— 10 v. u.	— —	oder st. der.

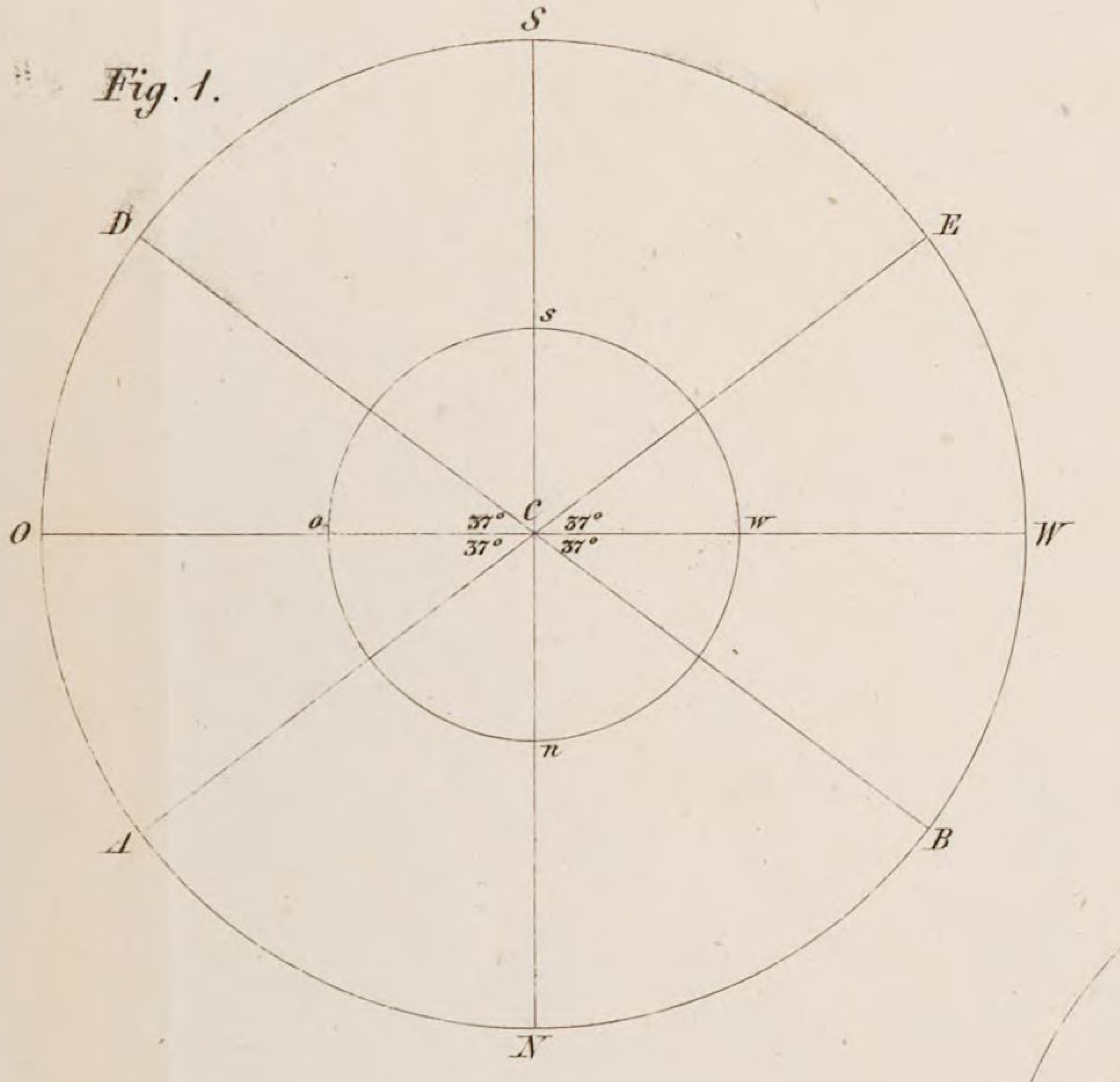


Fig. 1.

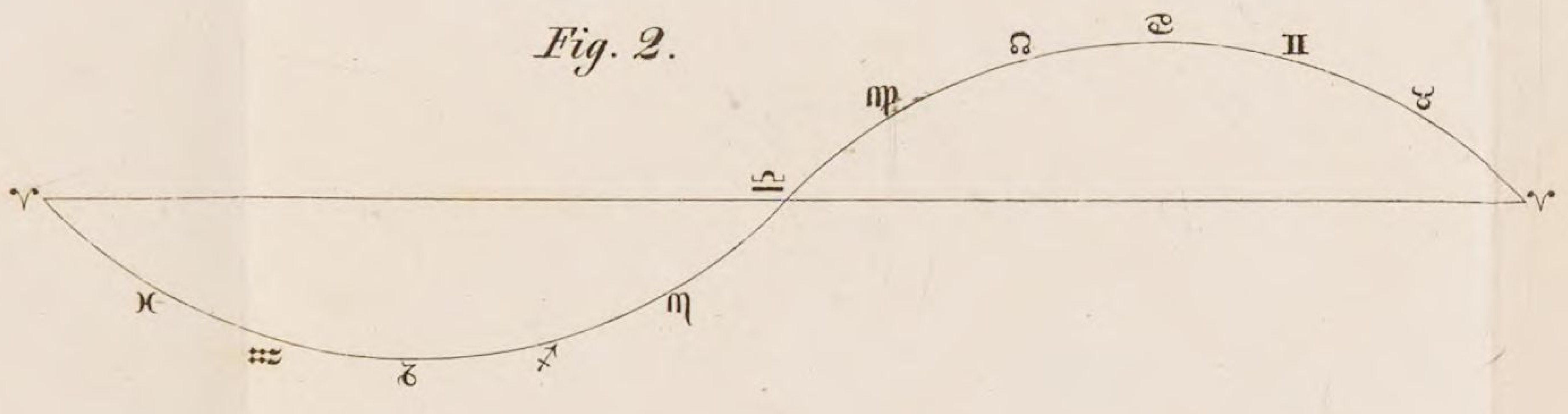


Fig. 2.

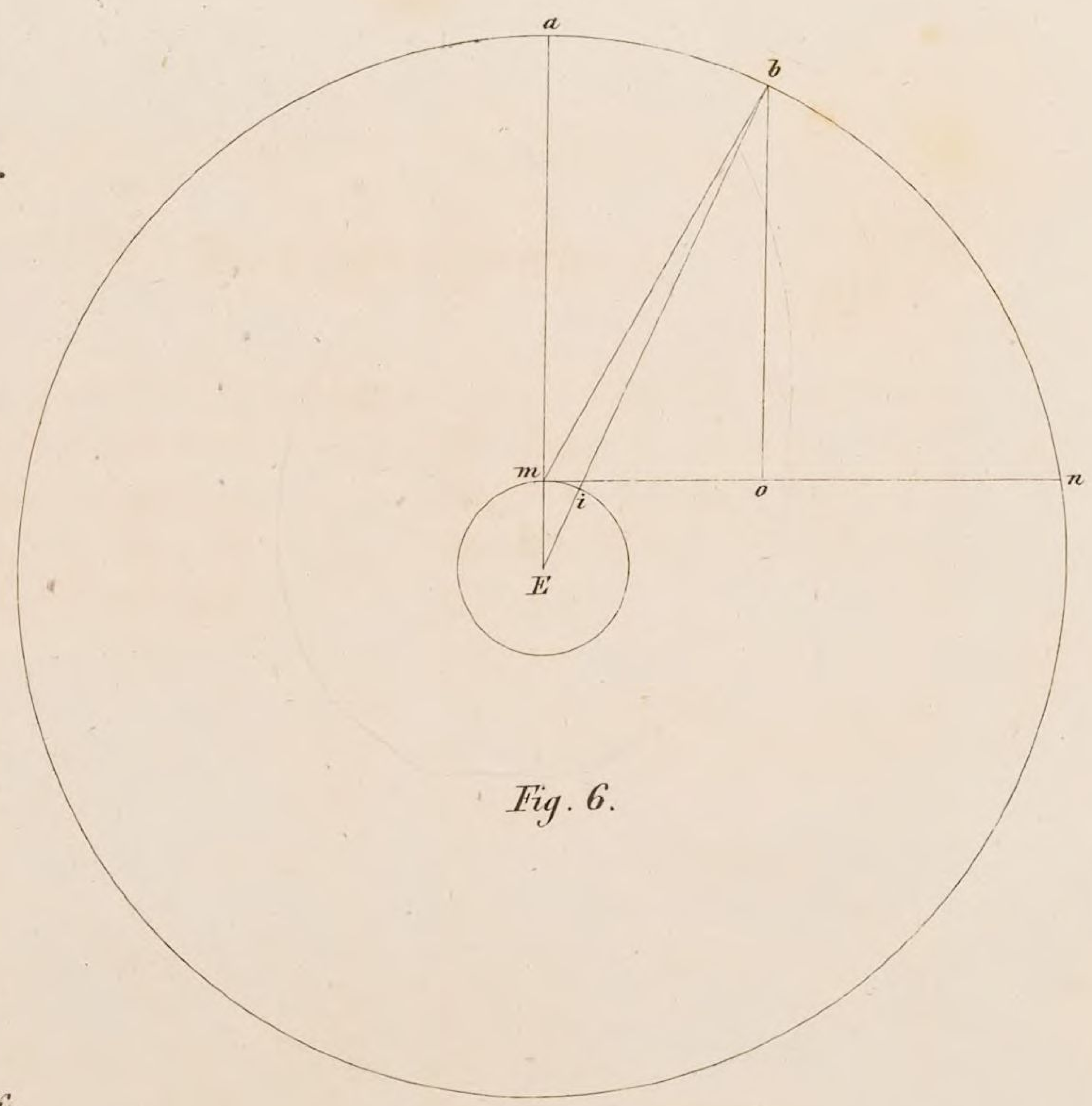


Fig. 6.

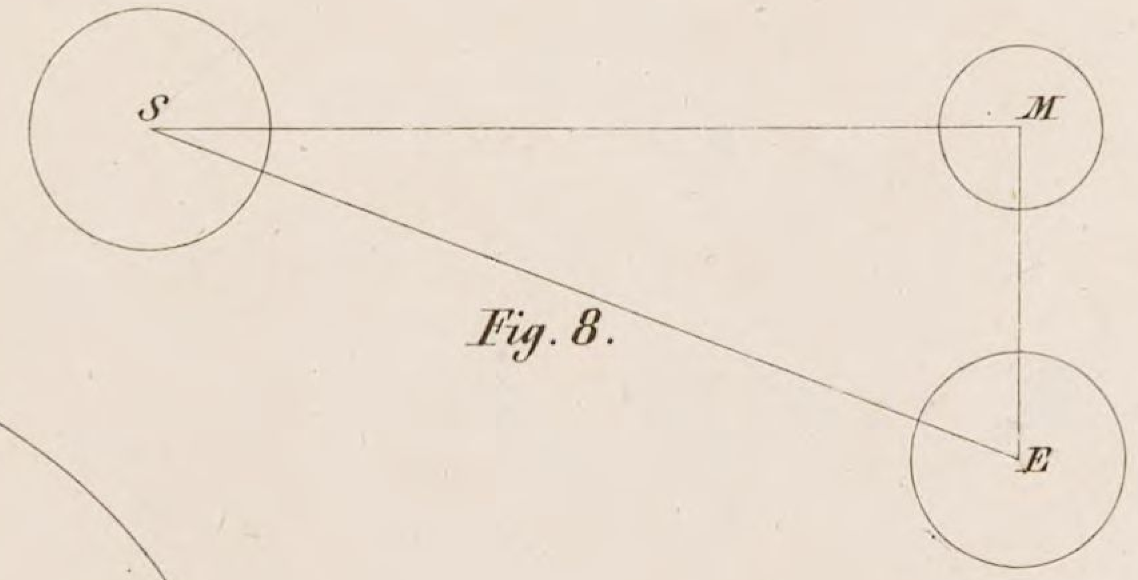


Fig. 8.

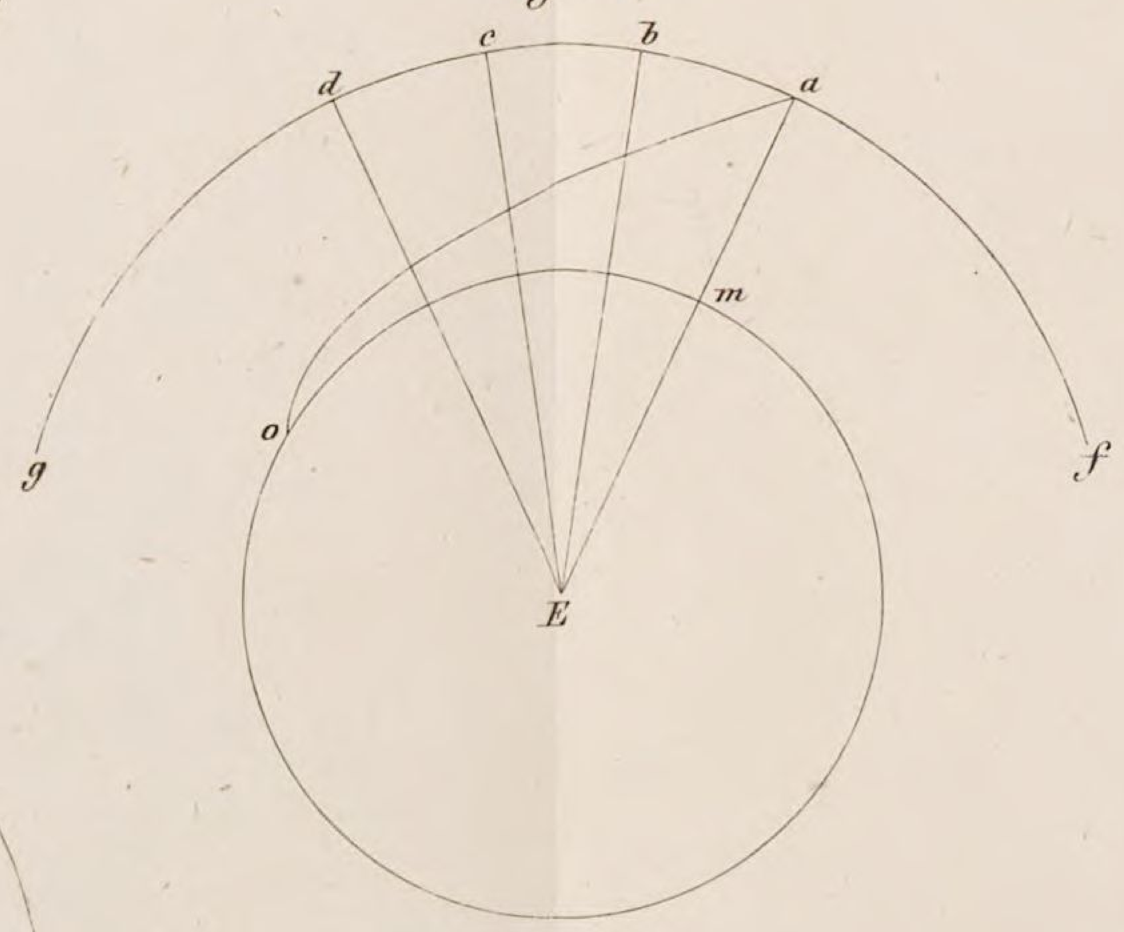


Fig. 14.

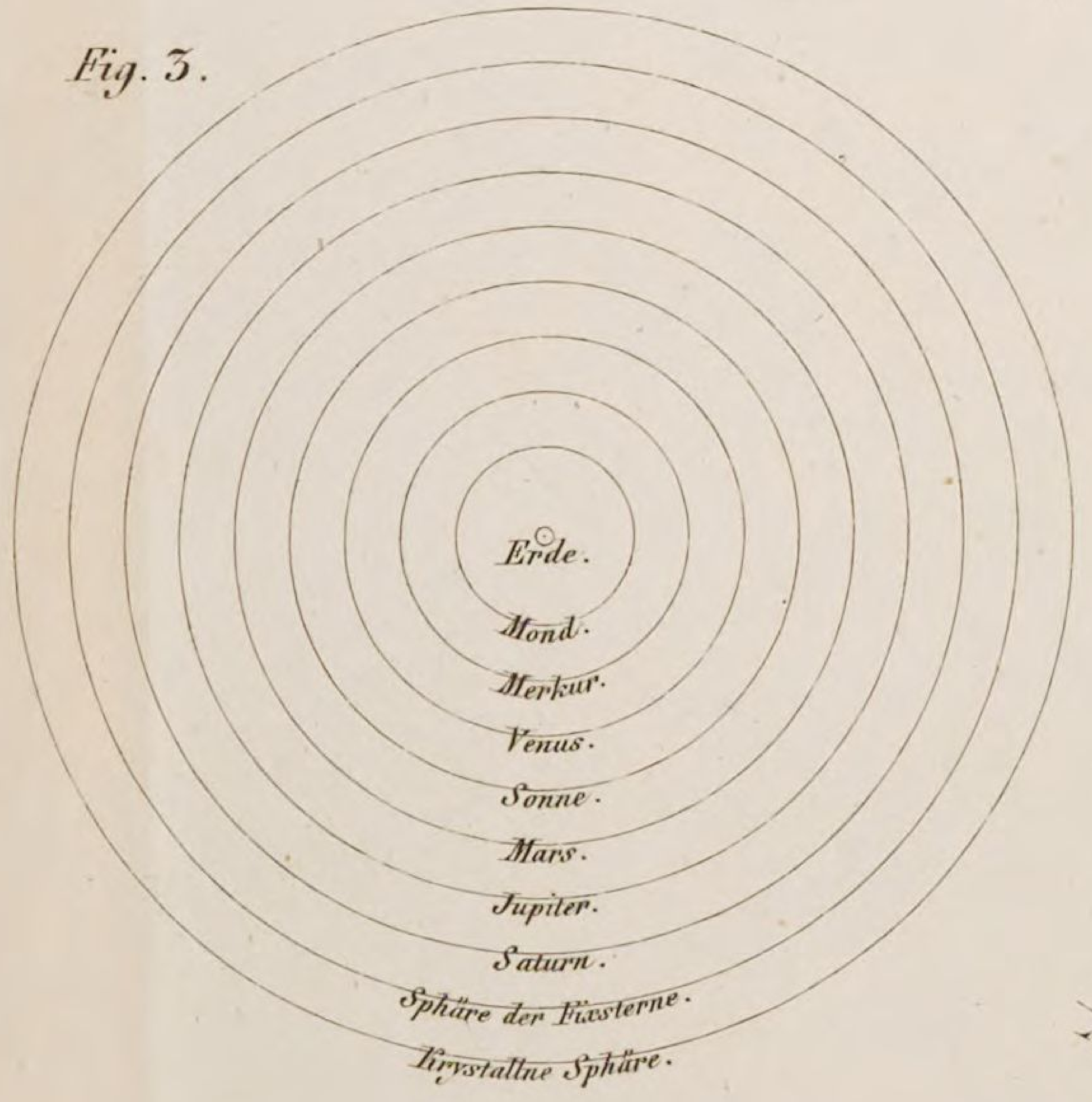


Fig. 3.

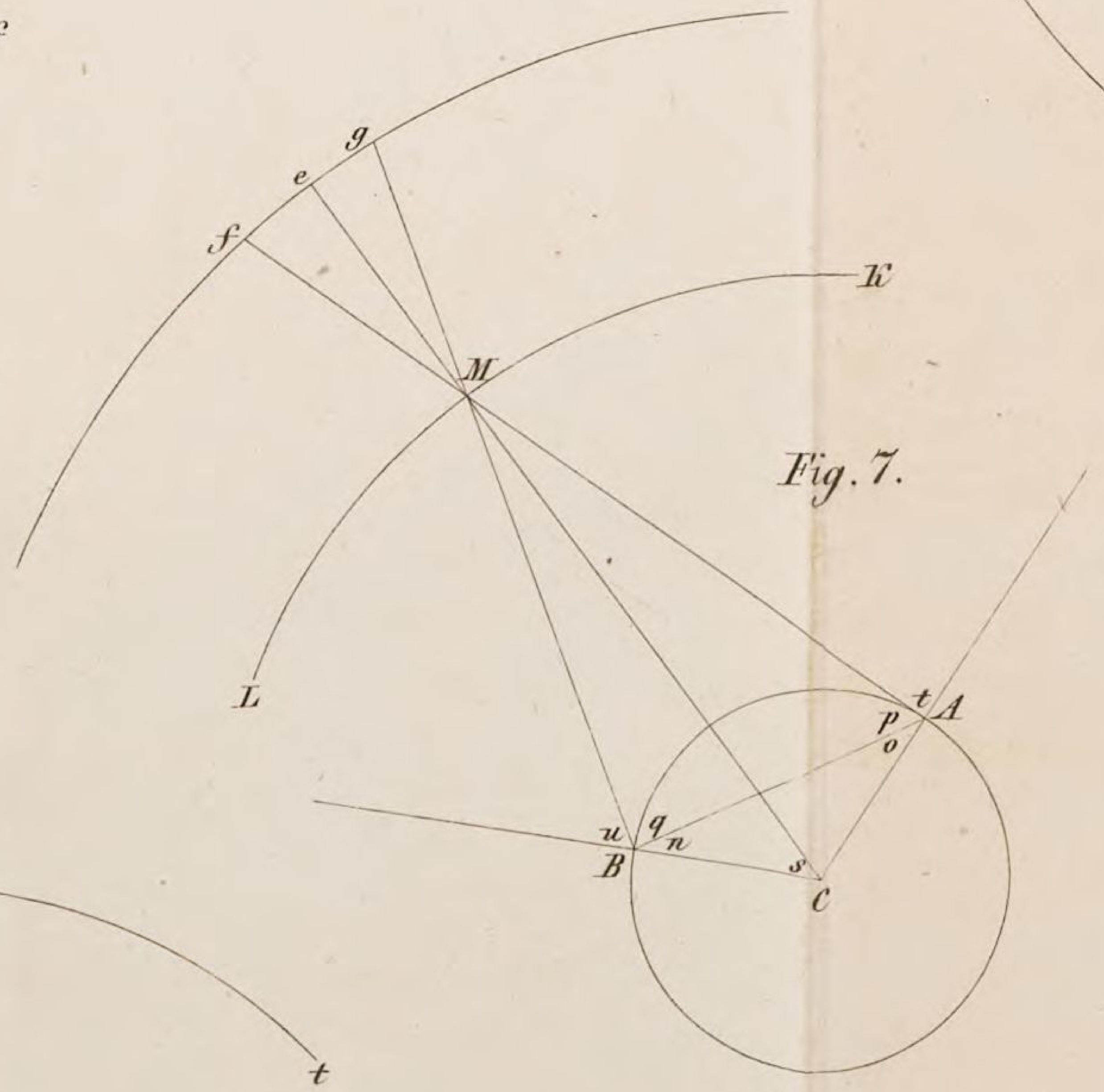


Fig. 7.

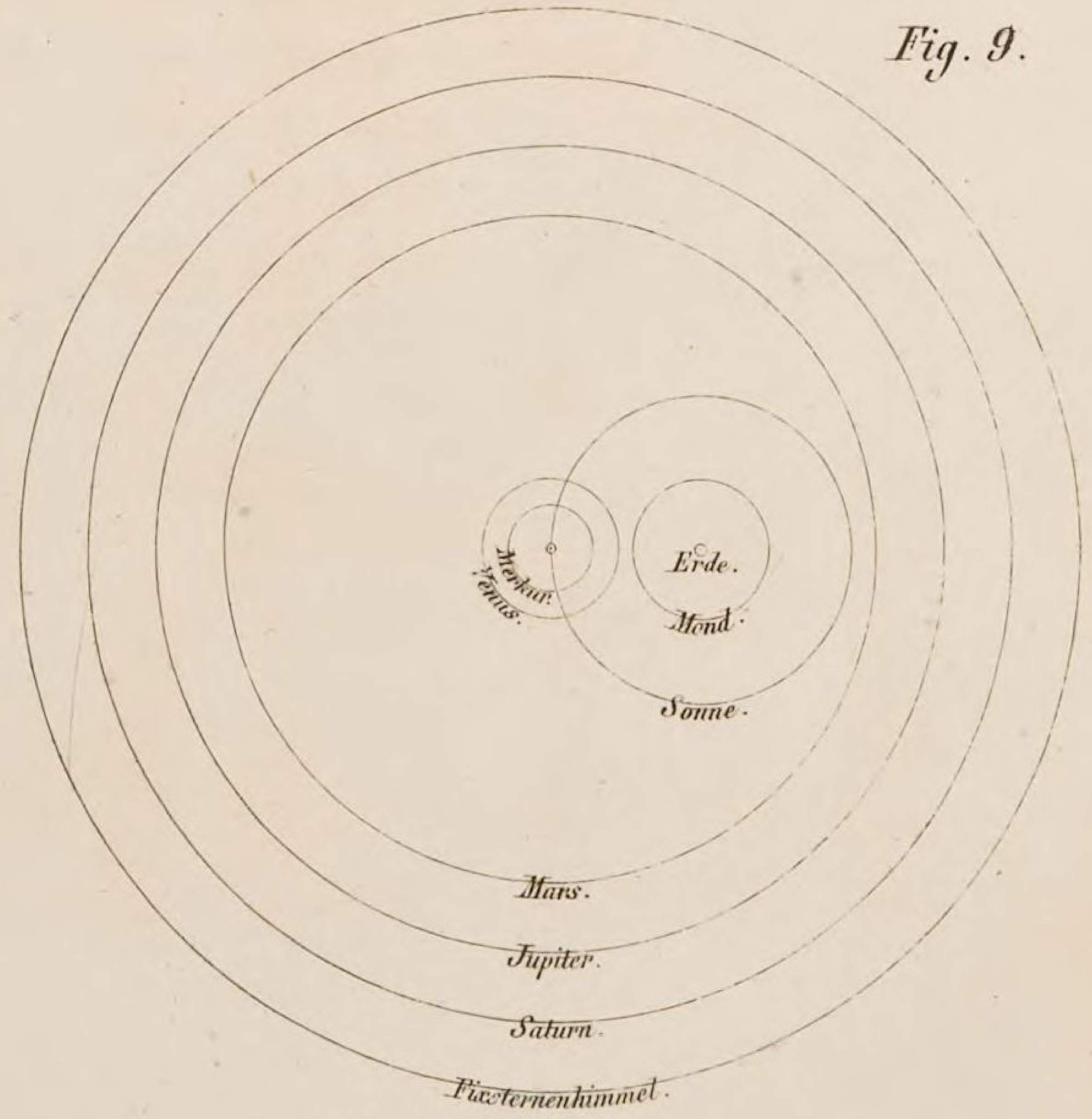


Fig. 9.

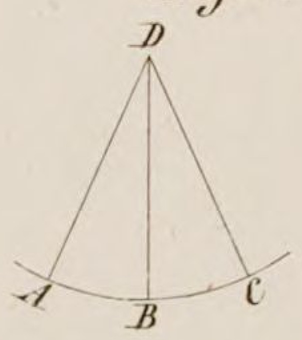


Fig. 13.*

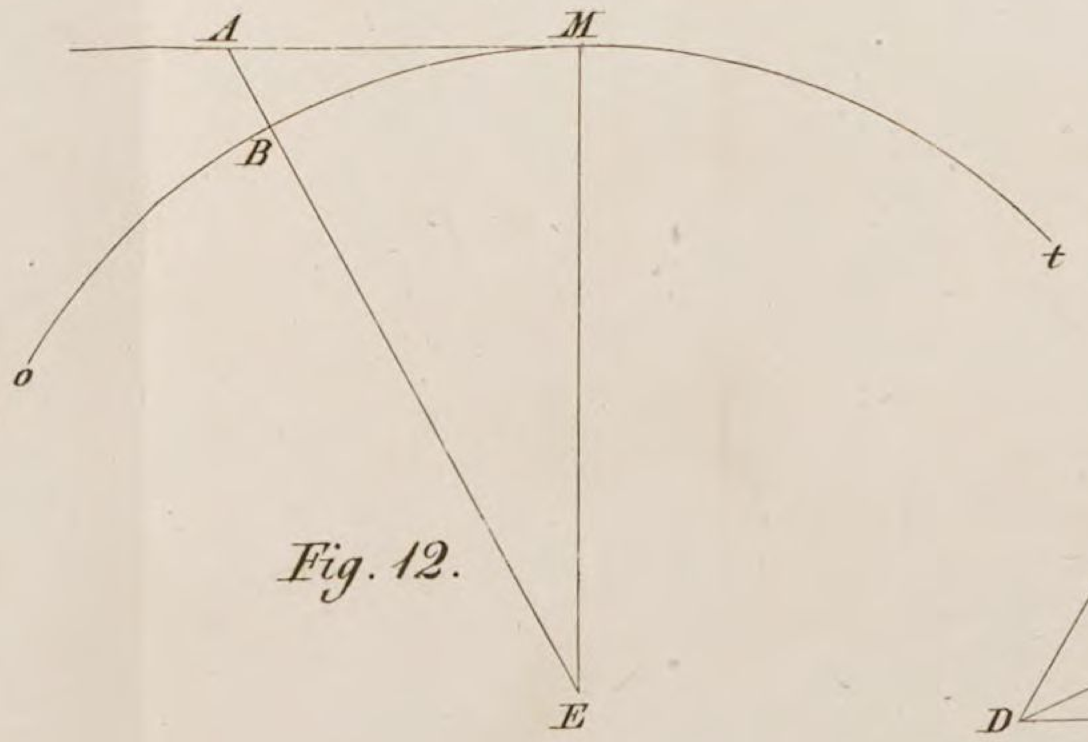


Fig. 12.

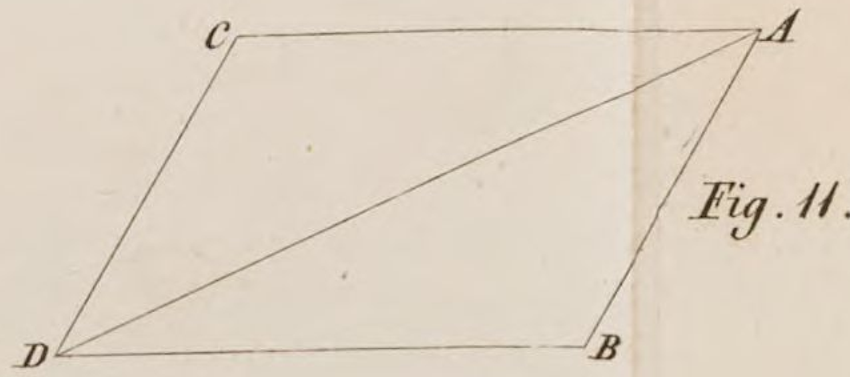


Fig. 11.

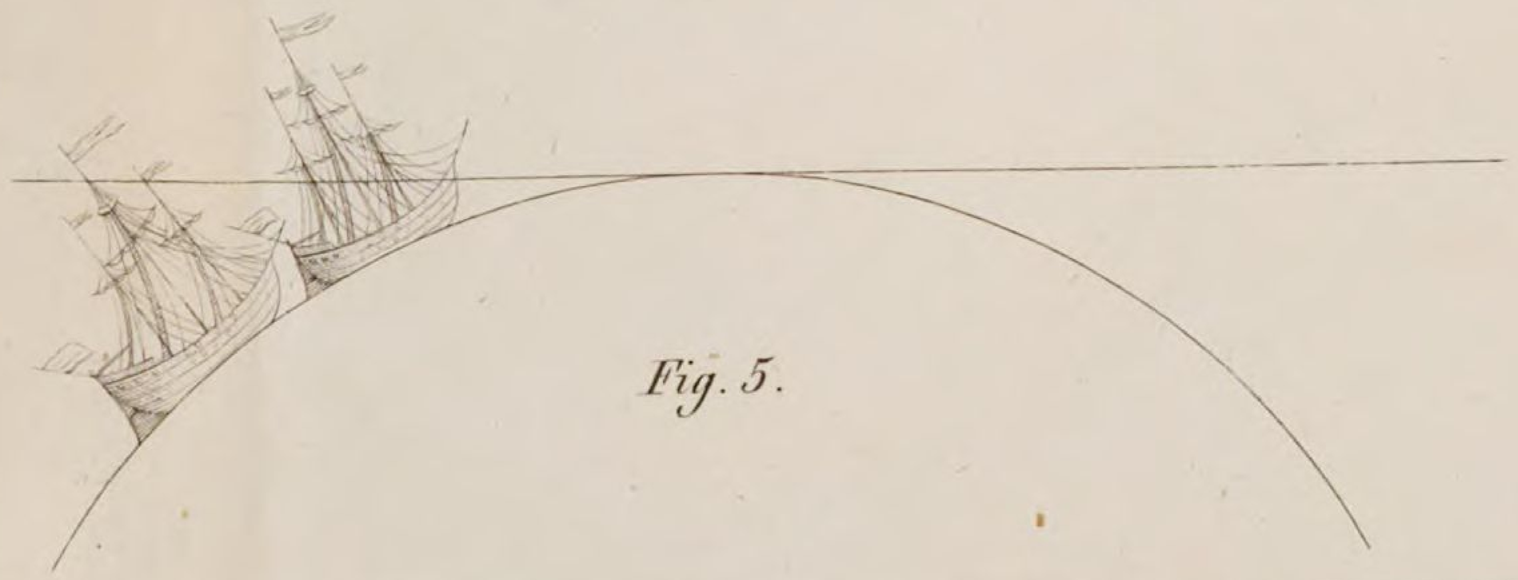


Fig. 5.

A. M. Hammer sc. Nürnbg.

A. M. Hammer sc. Nürnbg.

Fig. 13.

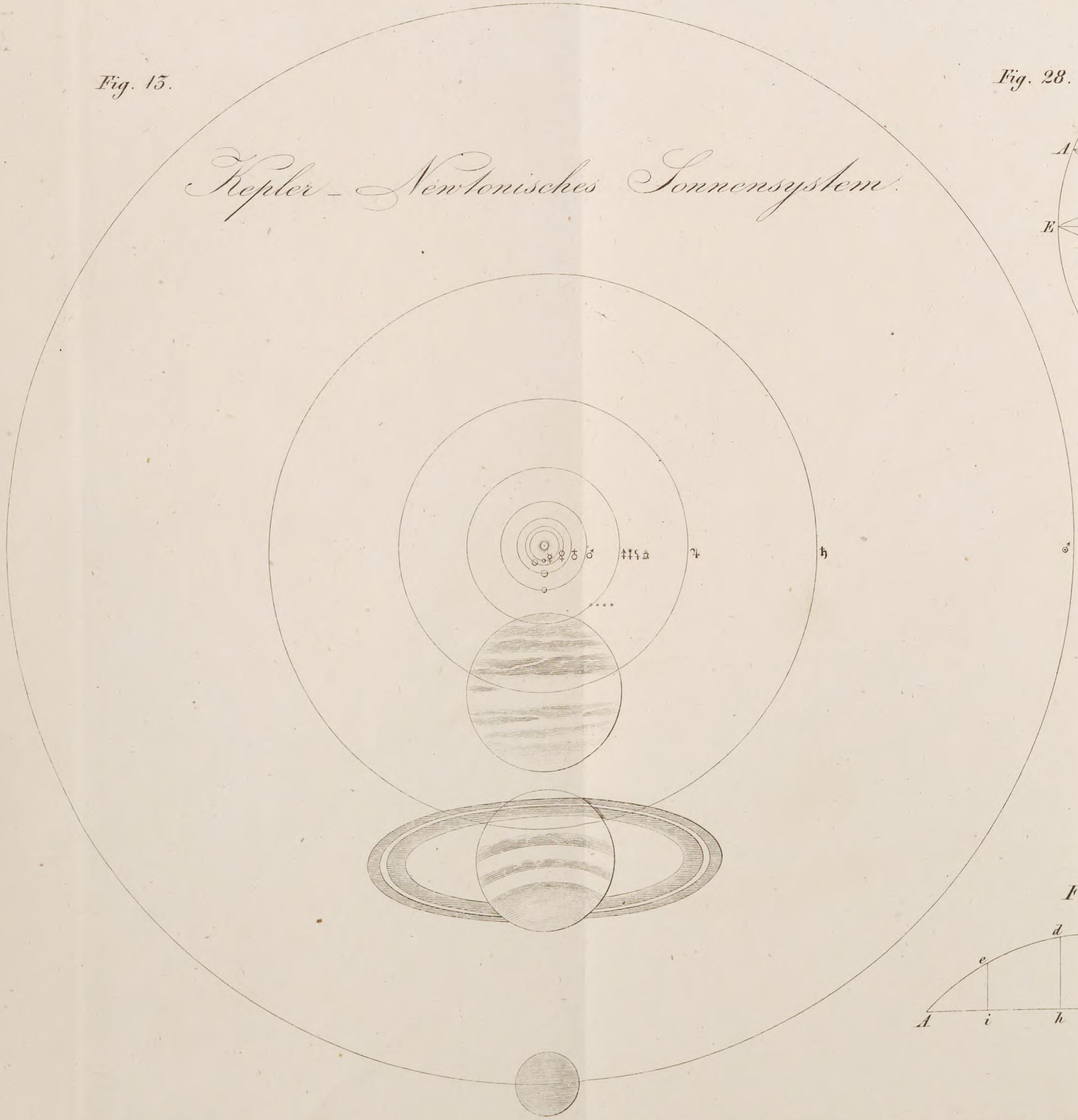


Fig. 28.

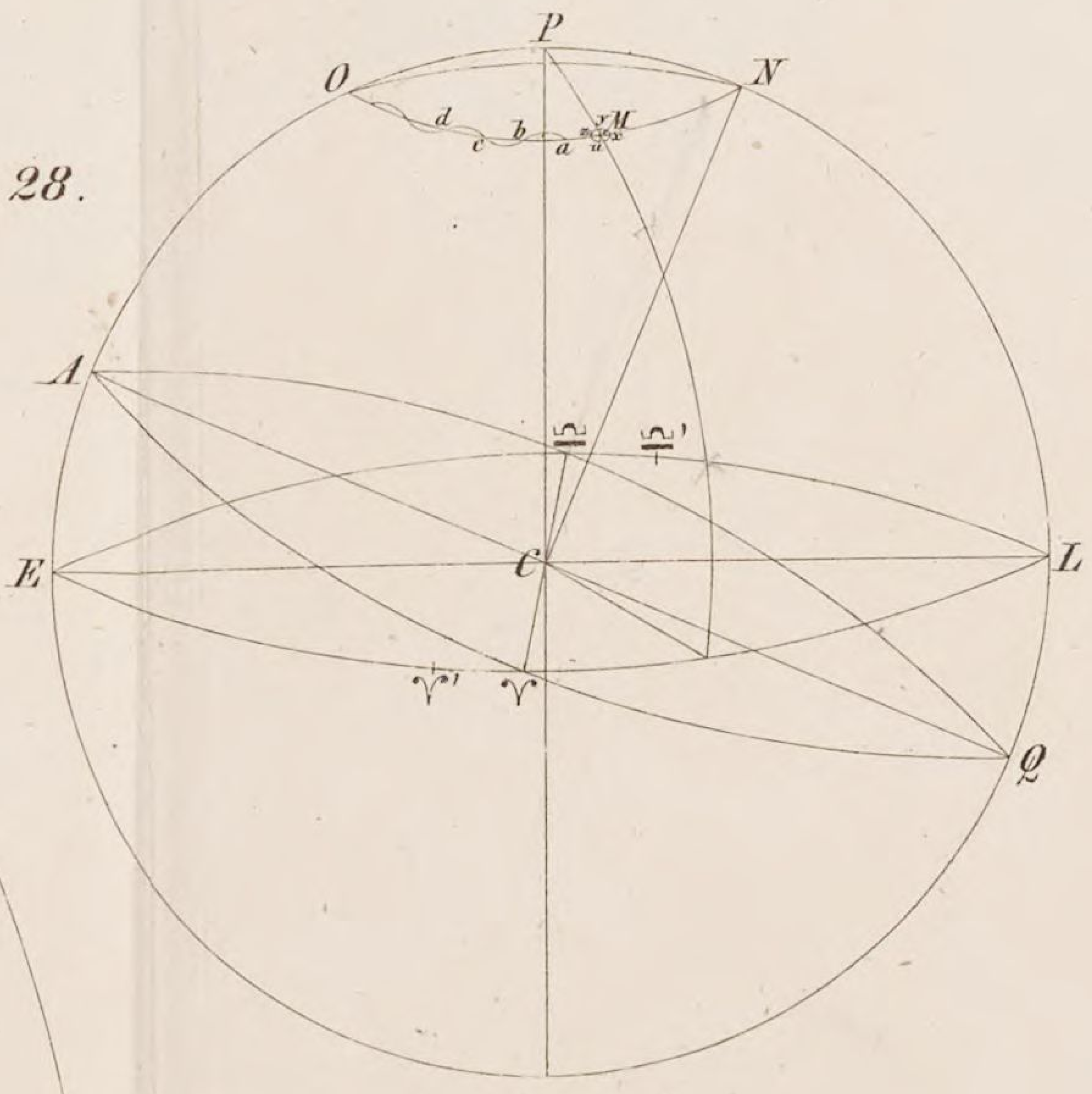
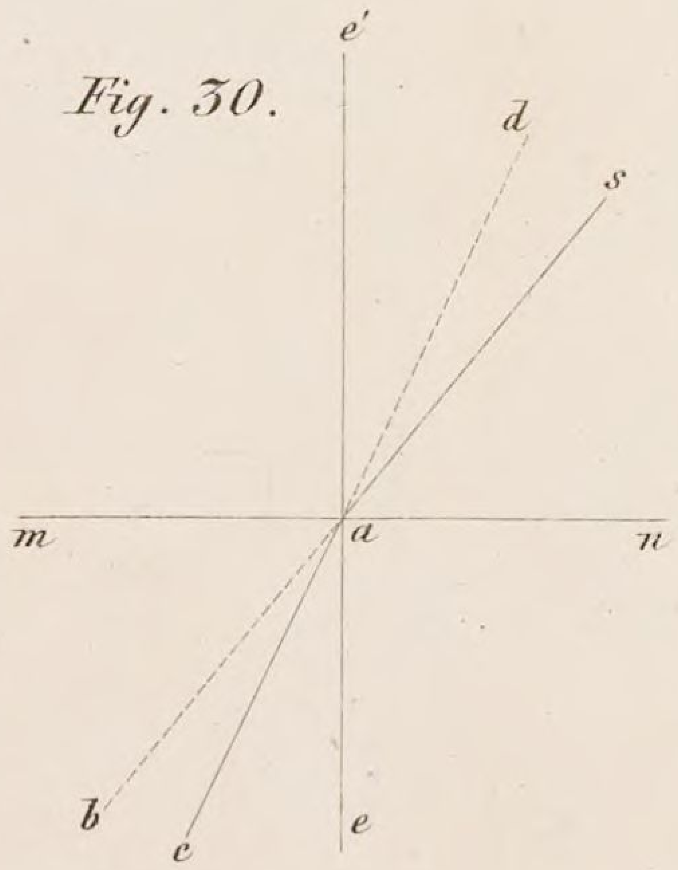


Fig. 30.



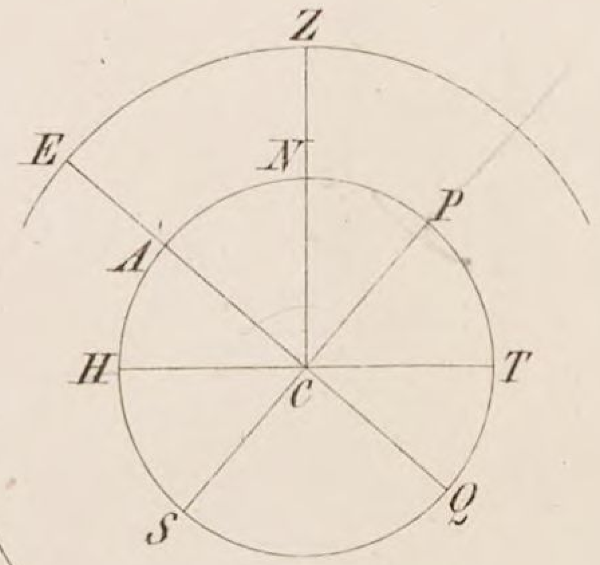


Fig. 29.

Fig. 25.

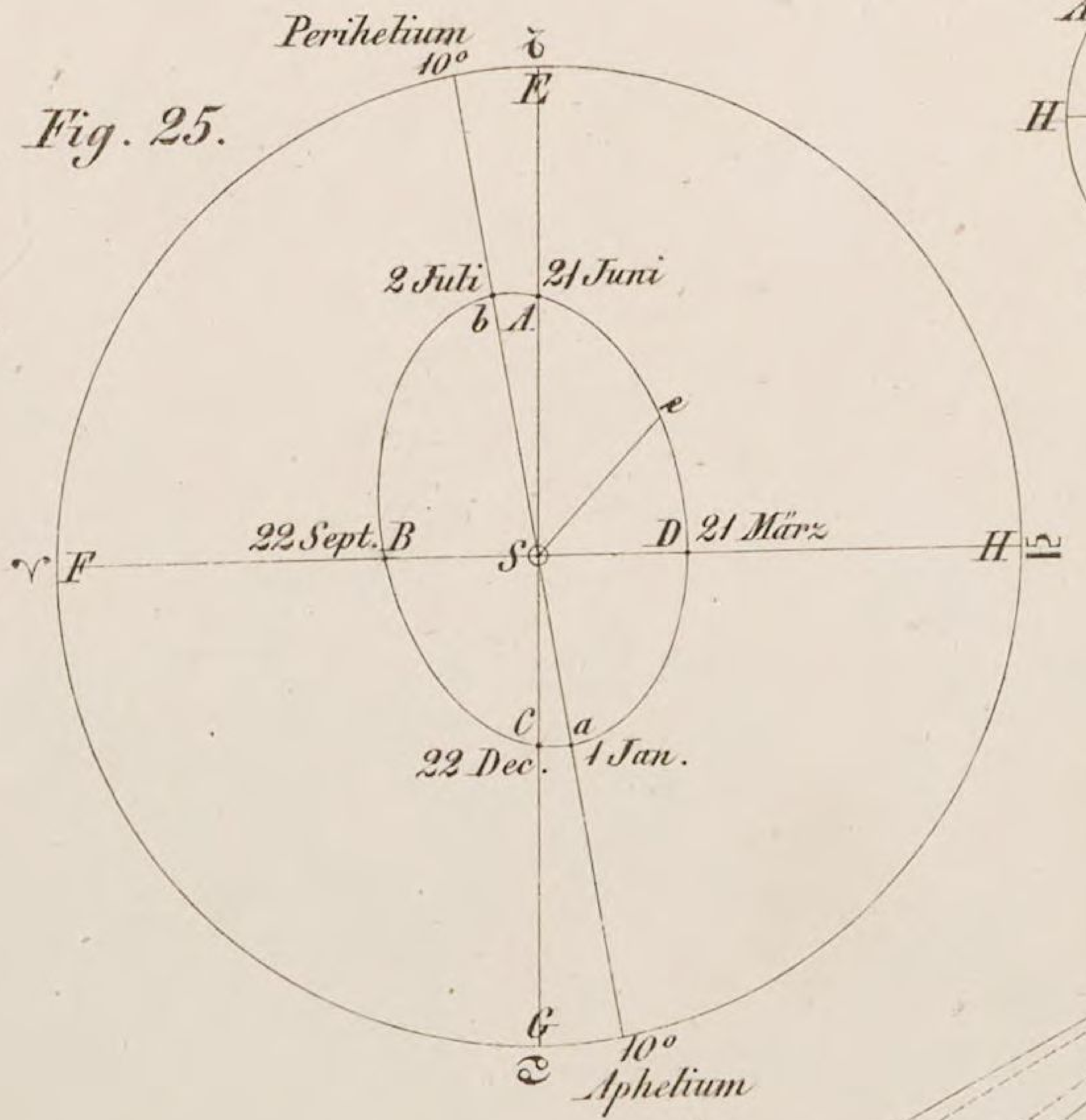
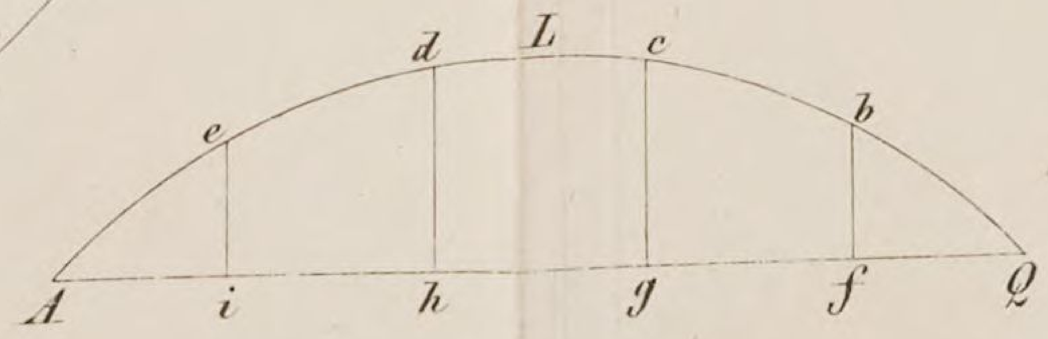


Fig. 24.



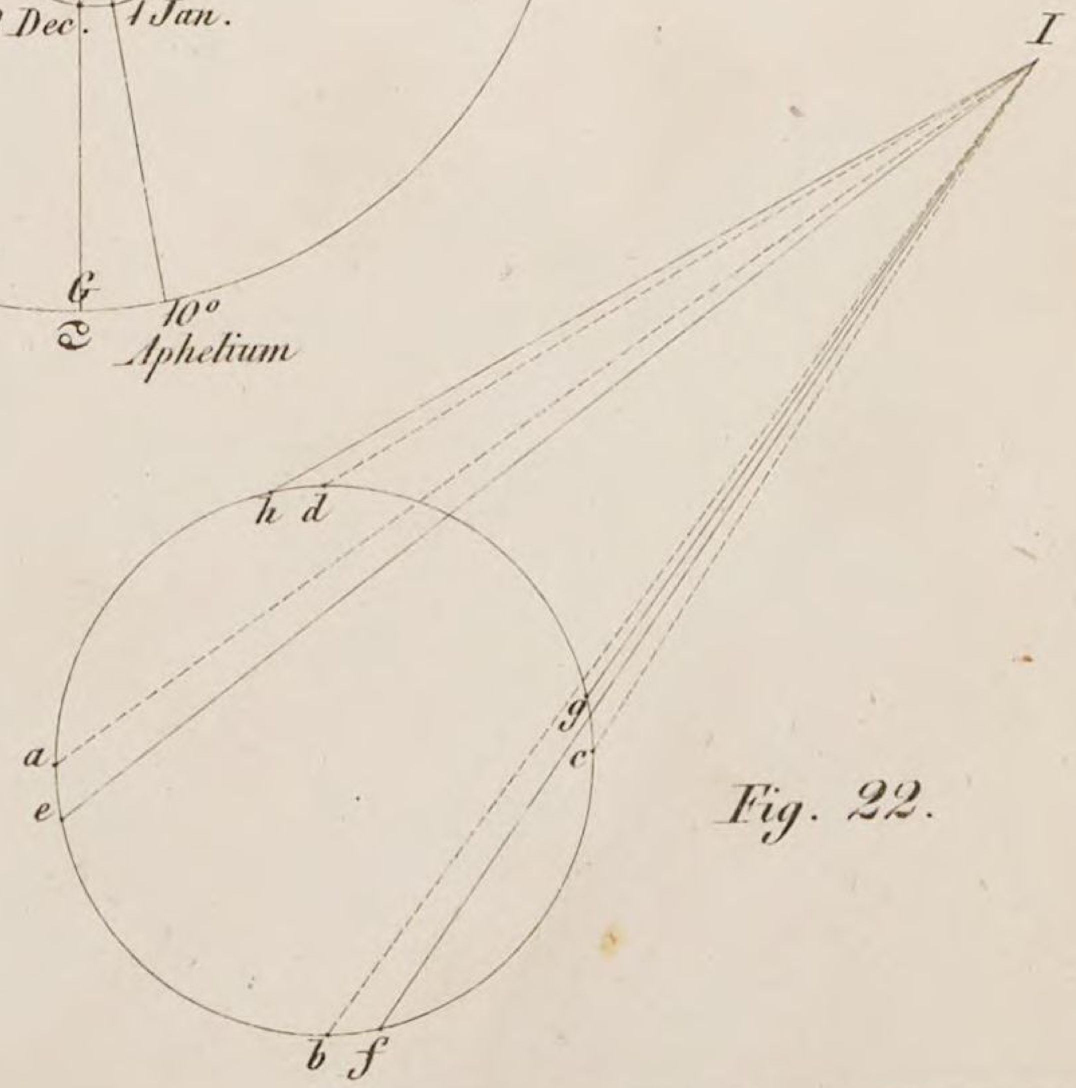


Fig. 22.

A. M. Hammer sc: Nbg.

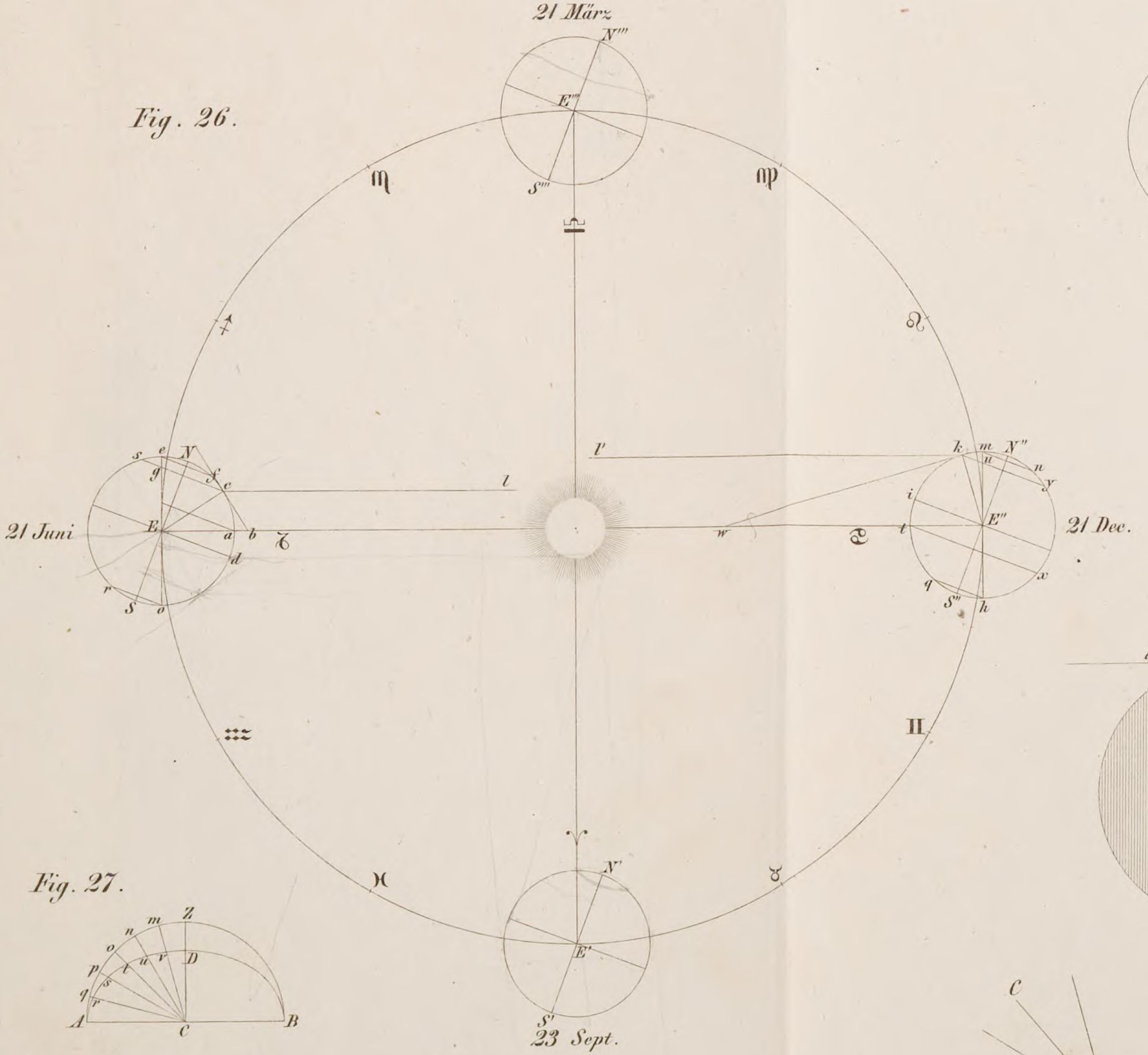


Fig. 26.

Fig. 27.

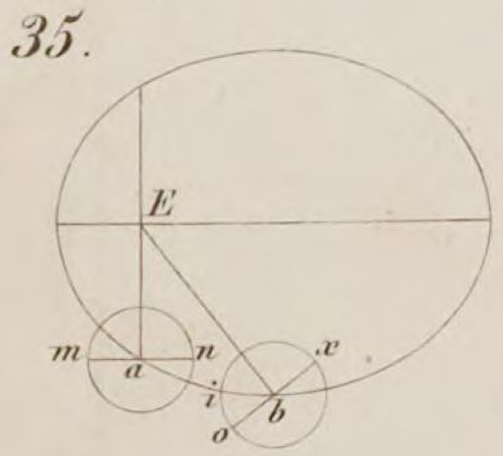


Fig. 35.

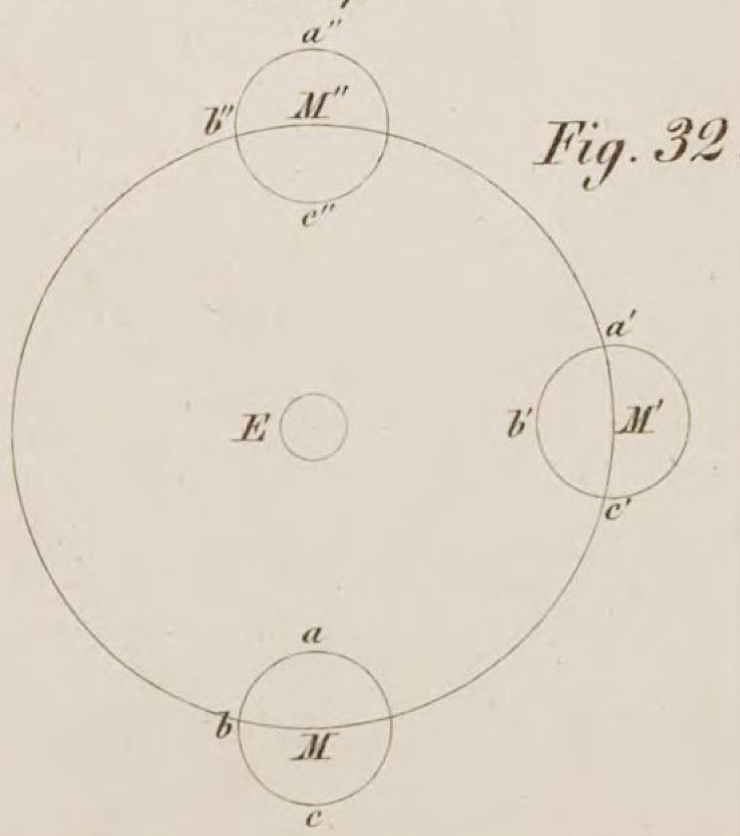


Fig. 32.

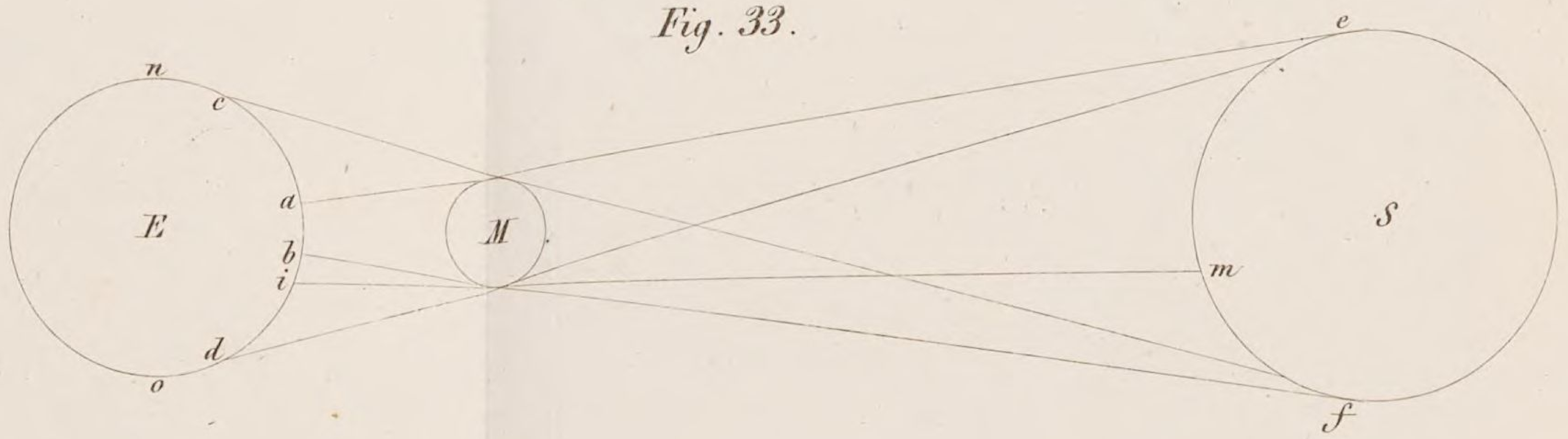


Fig. 33.

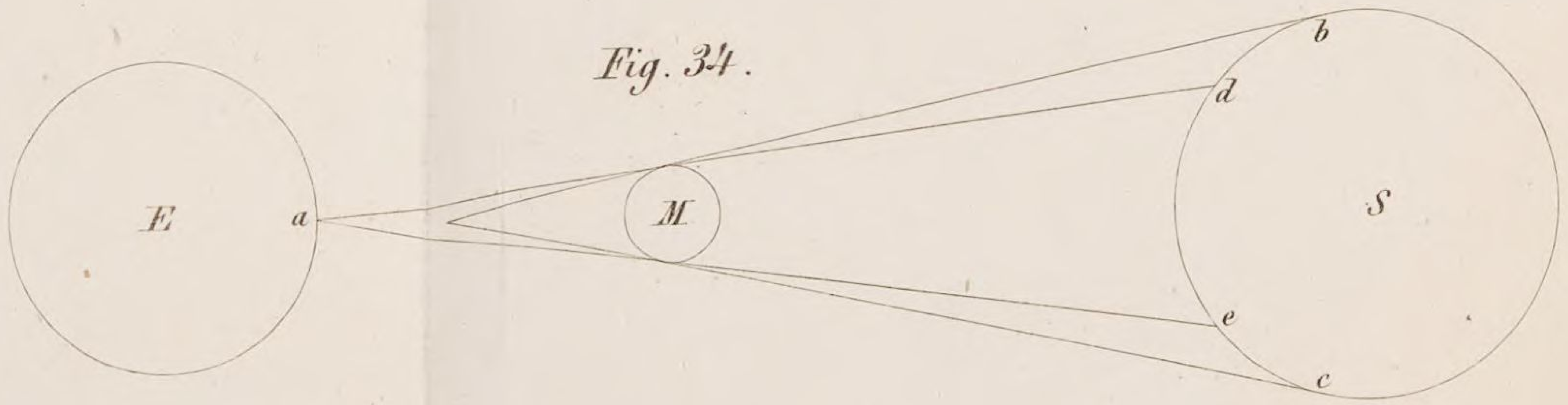


Fig. 34.

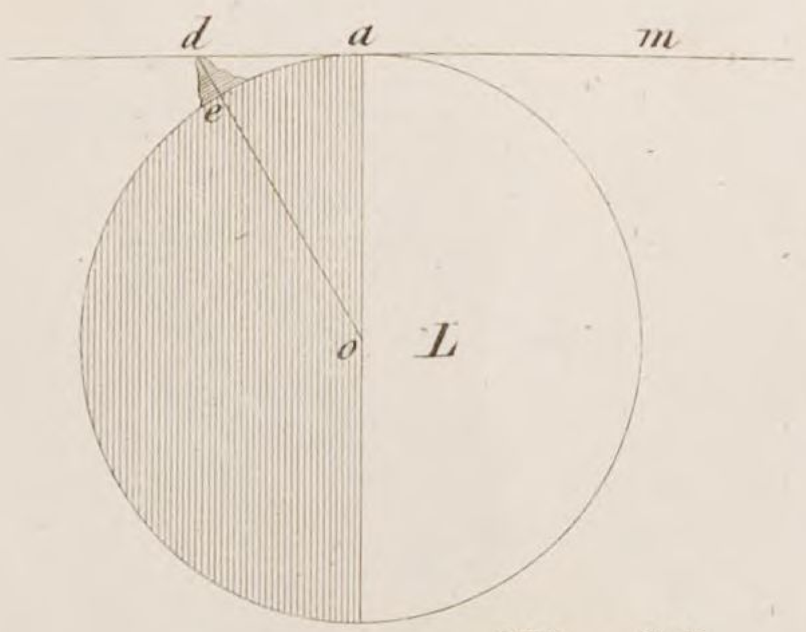


Fig. 36.

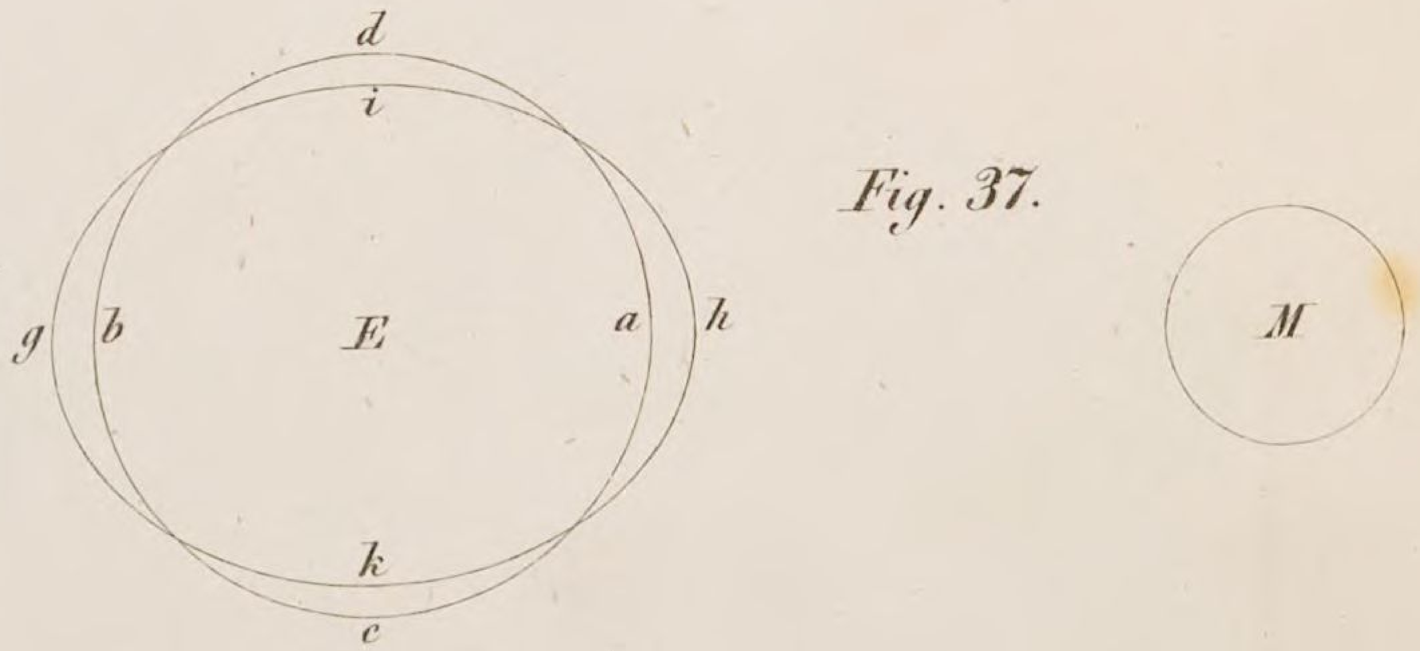


Fig. 37.

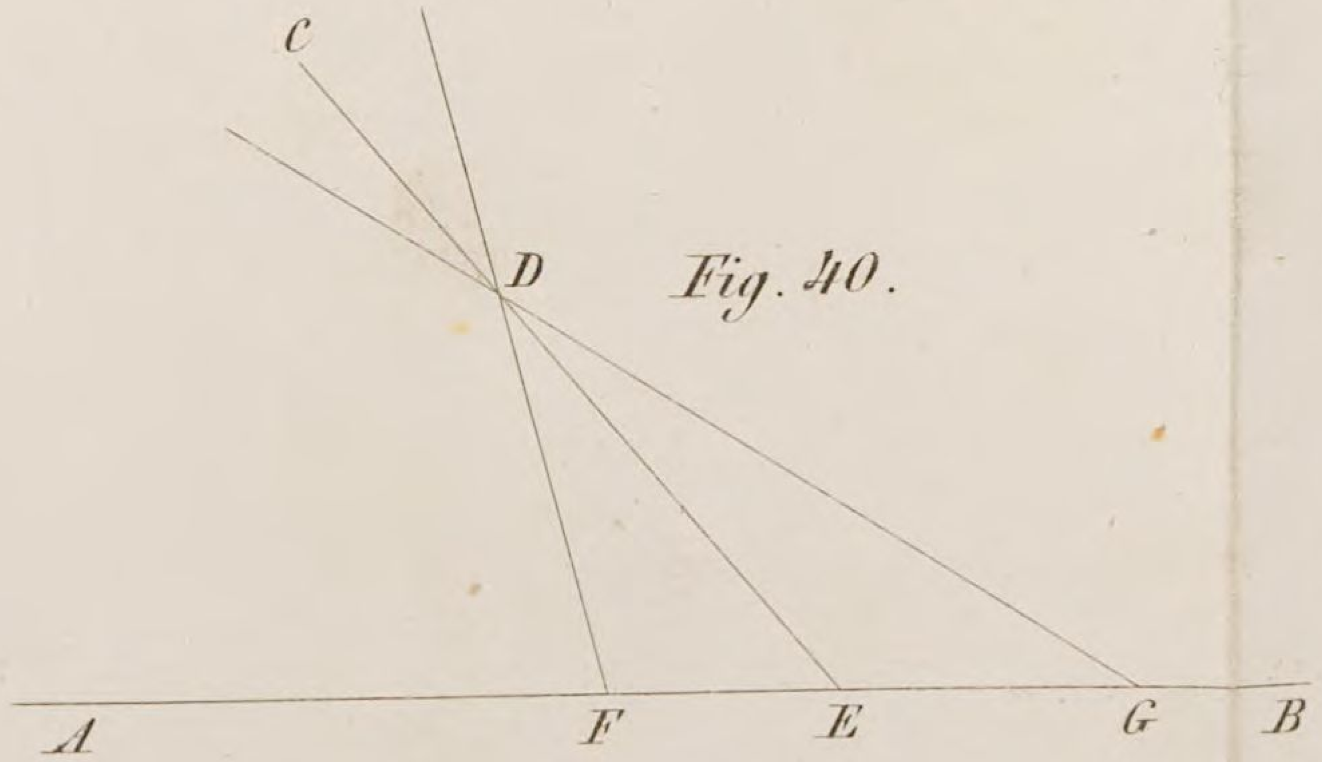


Fig. 40.

Fig. 38.

Fig. 39.

A. M. Hammer sc. Nürnbg.

Werner.

BSB Bayerische StaatsBibliothek

MDZ Münchener DigitalisierungsZentrum Digitale Bibliothek

Woeckel, Johann Simon Lorenz

Populäre Vorlesungen über die Sternkunde gehalten in Nürnberg im Winter 184
1 auf 1842

Nürnberg 1844

Astr.u. 215 f
urn:nbn:de:bvb:12-bsb10061185-7